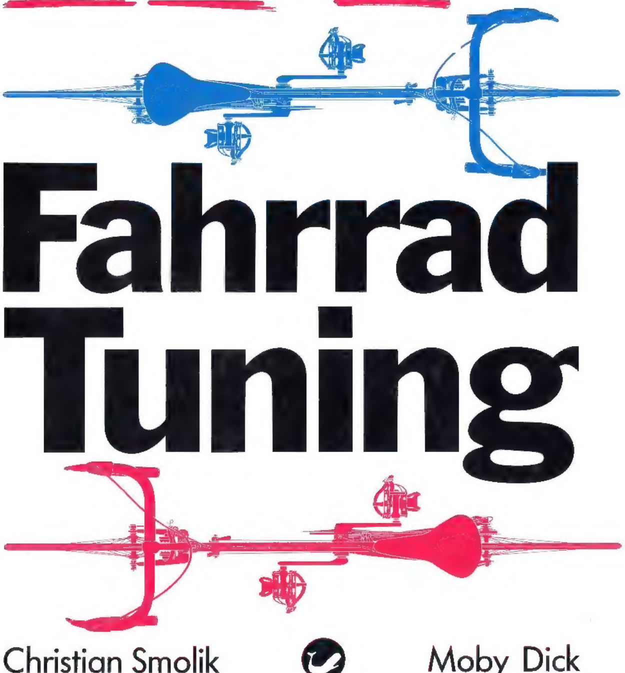
Auch das beste Fahrrad läßt sich noch schneller, schöner und leichter machen:



Fahrrad Tuning

Christian Smolik

Moby Dick

Inhalt

Grundlagen

Tuning in Wort und Bild

GRUNDLAGEN

ERKLÄRUNG EINIGER FACHBEGRIFFE

Ansenken	- eine Bohrung kegelförmig vertiefen oder erweitern
Fase	- abgeschrägte Kante
Gewindeflansch	- aufgebördeltes, ringförmiges Ende eines Schraubgewindes
Gleitpaarung	- Zusammenstellung zweier beweglicher Teile (z.B. Schraube/Mutter, Bremsklotz/Felge)
Kante brechen	- den Grat von einer scharfen Kante entfernen
Kerndurchmesser	- verbleibendes Schraubenmaterial am Boden der Gewindegänge
lichte Weite	- Innendurchmesser
Nadellager	- Lager mit zylindrischen Stiften statt Kugeln
Zentrierbund	- Flansch auf einem dünnen Werkstück, der dieses zentrisch in einer Bohrung mit größerem Durchmesser hält

RENNRAD-TUNING
BESSER
LEICHTER
SCHÖNER

Einige Radler lehnen das "Aufmotzen" kategorisch ab, andere wiederum sind gar nicht mehr aus ihrem Schraubkeller herauszulocken. Auf einen Nenner gebracht: Das eigenmächtige Verändern von Fahrradkomponenten ist ein heißes Eisen.

Feilenfüchse und Schmirgel-Charlies sind begeisterungsfähige Zeitgenossen. Was technisch machbar ist, übt auf sie eine unüberwindliche Faszination aus. Das ist jedenfalls Grund genug, dem Fahrrad neue, optisch reizvolle und praktische Aspekte abzugewinnen. Die besten Ergebnisse kommen durch eine Mischung aus handwerklichem Geschick und künstlerischer Ideenvielfalt zustande.

Hat da eben jemand gesagt, Radsport komme auch ohne Tuning aus? Gewiß, nach wie vor entscheiden Kraft und Ausdauer des Athleten über seinen Erfolg. Doch andererseits beobachten wir seit Jahren, daß das Leistungsspektrum kontinuierlich immer enger zusammenrückt. Sieg oder Niederlage hängen heute oft von raffinierten technischen Draufgaben ab. Sicher erinnern Sie sich noch an ein dramatisches Finish: die entscheidenen acht Sekunden Vorsprung des Amerikaners Greg Lemond bei der Tour de France 1989. Hinter diesem Sieg steckte eine "Geheimwaffe" und eine Haarfrisur. Lemonds Triathlon-Lenker gab ihm einen hauchdünnen Vorsprung - und der Haarzopf seines stärksten Konkurrenten Laurent Fignon schlug, aerodynamisch gesehen, mit fünf Minus-Sekunden zu Buche. Ob Sie Schmachtlocke oder Dauerwelle tragen, soll hier nicht diskutiert werden, aber für die Optimierung Ihrer Maschine haben wir eine ganze Kiste voll Tips und Tricks!

Definition

Was ist unter Rennrad-Tuning eigentlich zu verstehen? Unwillkürlich denkt wohl jeder zuerst mal an den Motorsport, wo die Formel-I-Geschosse heißgemacht, aufgemöbelt oder frisiert werden. Das reicht mir, was Velo-Komponenten anbelangt, nicht aus. Um das Tuning differenziert sehen zu können, lassen Sie uns drei Kategorien aufstellen:

1. Funktionelle Verbesserung
   Beispiel: Ein Laufrad mit reduzierter Speichenzahl erhöht die Aerodynamik und verringert sein Gewicht
2. Gewichtsreduzierung
   Die träge Masse wird abgespeckt, das Velo wird wendiger. Zudem sind bei geringerer Masse auch weniger Beschleunigungskräfte vonnöten

3. Optische Aufwertung
   Neue Formgebung und hochpolierte Oberflächen heben die getunten Komponenten aus dem öden Einerlei der Serienteile heraus. Selbst eine Veränderung der äußeren Kontur um nur einen Millimeter kann Erstaunliches bewirken

Bliebe noch die Unterscheidung, ob es sich um gekaufte Tuning-Stücke handelt oder um solche, welche in Eigenleistung veredelt werden. Wir werden nämlich noch sehen, daß sich nicht alle Komponenten zur eigenhändigen Verbesserung anbieten. Unter Umständen ist man besser beraten, einfach ein gutes Einzelteil zu kaufen und einzu-



Tuning total: ein veredeltes Carbonrad. Gewicht: 6,5 Kilogramm

bauen. Jede Menge Stoff also, der in diesem Buch unterzubringen ist. Doch bevor es ans erste Kapitel geht, noch eine kurze, aber wichtige Abhandlung über die Sicherheit.

Bruchgefahr?

Wir verfolgen mit diesem Buch nicht die Absicht, glückliche Radler zum hemmungslosen Feilen an Fahrradteilen zu verführen. Vielmehr ist daran gedacht, all jenen eine fundierte Anleitung zu bieten, die ohnehin nicht davon abzubringen sind.
Vielleicht kann dadurch Schlimmes vermieden werden? Es soll ja immer noch Leichtgewichts-Fanatiker geben, die ihre Bremshebel wie einen Schweizer Käse ausbohren. Solche Teile sind so stabil wie Eichenbalken, in denen die Termiten hausen: Bruch bei der ersten Belastungsprobe. Richtiges Tuning hat damit nichts zu tun. Sinnvolle Bearbeitung kann die "Sicherheit vor Bruch" unter Umständen sogar erhöhen! Wir werden das an einigen Beispielen aus dem Maschinenbau noch belegen. Es gibt jedoch Grundregeln, die unbedingt zu beachten sind:

Regel Nummer Eins: Nur Top-Material
Geht es bei der Sache um maximale Gewichtsreduzierung, kommt nur erstklassiges Material in Frage. Im Zweifelsfall auf Komponenten der Oberklasse zurückgreifen. Als Do-It-Yourself-Tuner verzichten Sie deshalb auf das Stück Aluminium, das ein wohlmeinender Kollege besorgt hat, und besorgen statt-dessen die entsprechende Legierung aus dem Metallhandel. Nur so weiß man hundertprozentig, was da unter der Feile ächzt, und geht kein unnötiges Risiko ein.

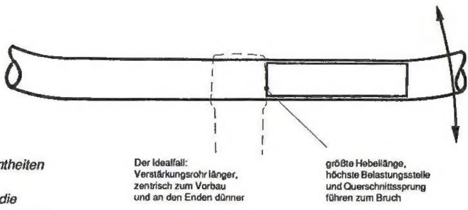
Regel Nummer Zwei: Verantwortung tragen
Klar dürfte sein, daß jeder Bastler sozusagen mit dem ersten Feilenstrich den Anspruch auf Produkthaftung aufgibt. Bei ihm allein liegt also die Verantwortung für sein Tun und Handeln. Doch wenn die Arbeit sauber (und unter Berücksichtigung der Maßgaben in diesem Buch) durchgeführt wird, steht einer echten Optimierung normalerweise nichts im Wege.

BAU LEICHT, DAMIT ES HÄLT!

Wie bitte? Soll's nicht alles schön massiv sein? Im ersten Moment mag sich die Kapitelüberschrift provozierend anhören, aber es war kein Fehlerteufel im Spiel. Vielmehr sind es harte oder, besser gesagt, "elastische" Realität und gesichertes Wissen aus dem Maschinenbau, die diese Aussage ins rechte Licht rücken. Die Chancen der leichten Bauweise sind phantastisch - aber wenige scheinen davon zu wissen. Selbst bei den Herstellern merkt man nichts davon, obwohl sie tagein, tagaus nach immer rationelleren Produktionsmethoden suchen.

Lenkerbruch

Erinnern Sie sich noch an die Lenkerbrüche in den Jahren 1987/1988, welche auch von den Medien aufgegriffen wurden? Einem Lenkerhersteller waren infolge eines Verfahrensfehlers die Stahlverstärkungen für die Lenkermitte verrutscht. Sie kamen so zu liegen, daß sie mit ihrem Ende etwa an der Vorbauklemmung landeten (siehe Skizze).



Zwei technische Ungereimtheiten führten zum Bruch: Querschnittssprünge und die verrutschte Verstärkung. Dadurch traten hohe Materialspannungen auf bei gleichzeitigem Verlust der Biegsamkeit

An sich ist diese Verstärkung eine gute Sache, denn sie unterstützt den Lenker exakt dort, wo der Hebelarm am größten ist. Dort erreicht die Biegebelastung durch die abstützende Hand des Radlers ihr Maximum. Beim Fahrbetrieb mit dem verrutschten Verstärkungsstück kamen jedoch andere Verhältnisse zum Tragen: Bis dahin, wo

die Stahlverstärkung saß, blieb das Lenkerende elastisch verformbar. Es wich bei Schlaglochstößen der aufstützenden Hand etwas nach unten aus. Das folgende Lenkerstück hingegen (also jenes mit der Stahlverstärkung) machte den übrigen Lenkerteil starr, so daß in diesem Bereich "nichts mehr ging". Da sich zum Vorbau hin aber noch ein Stück ohne Verstärkung anschloß, federte es hier vermehrt. Im Zusammenwirken dieser chaotischen Kräftekonstellation kam es zum Bruch.
Auf der anderen Lenkerseite war die Belastung in der Mitte genauso hoch, doch konnte der Lenker dort über seine gesamte Länge federn. Deshalb brach diese Seite eben nicht, da sie über ein homogeneres Federverhalten verfügte. Hier haben wir ein klassisches Beispiel für meine Behauptung, daß Materialanhäufungen an der verkehrten Stelle nicht nur sinnlos sind, sondern sogar zu Zerstörungen führen können. Hätte der Hersteller übrigens die Stahlverstärkung zu den Enden hin gleichmäßig abgeflacht, wäre der Kraftfluß harmonischer gewesen.



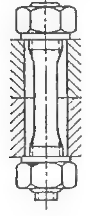
So ist es richtig: exakt plazierte Verstärkung, sanfte Übergänge

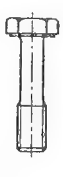
Der Übergangsbereich Stahlverstärkung/Aluminiumrohr hätte besser federn können und wäre wohl heilgeblieben. Technisch ausgedrückt: Sogenannte Querschnittssprünge erzeugen stets Belastungsspitzen und sind daher in hohem Maße bruchgefährdet.

Sicherheit durch dünne Schrauben

Ein anderes Beispiel verdeutlicht, daß ein Werkstück durch Materialabbau sogar vor Bruch geschützt werden kann. Skeptisch? Greifen wir auf einen Fall aus dem Maschinenbau zurück, die sogenannte Dehnschraube. Werden Schrauben mit permanent wechselnden Kräften beansprucht, so dreht man sie im Mittelteil bis knapp unter ihren Kerndurchmesser ab. Dadurch kann sich die Schraube bei Belastungen über ihre gesamte Länge gleichmäßig dehnen, fachmännisch ausgedrückt: sich im elastischen Bereich längen. Bei normalen Schrauben ist das anders. Dort dehnt sich fast ausschließlich der Gewindeteil, und dort sitzt auch immer der "Kasus Knaxus", die ungewollte Bruchstelle. Die abgedrehte Schraube hingegen mit ihrem dünner gedrehten Mittelteil puffert sozusagen den Gewindegängen die Spannungsspitzen weg. Das gutmütige Verhalten der Dehnschraube ist noch in anderer Hinsicht günstig: Am Gewindeteil einer Schraube haben wir Querschnittssprünge, in diesem Fall die sogenannte Kerbschwächung, welche extrem bruchgefährdet sind.

Die Dehnschraube verkraftet "Materialgang" durch Wechselbelastung oder Wärme





Anwendung finden Dehnschrauben beispielsweise als Zylinderkopfschrauben im Automobilbau. Auf eine M 8-Schraube übertragen, weist eine Dehnschraube im Mittelteil einen Durchmesser von 6,3 bis 6,5 Millimeter auf. Das Dünnerdrehen schadet demzufolge nicht, im Gegenteil. Es macht die Schraube sicherer. Diese interessante Erkenntnis trifft auf alle Schrauben zu.
Hier leuchtet in den Augen des gewichtsbewußten Rennfahrers gleich das Kilogrammzeichen auf: Da läßt sich doch überall noch was einsparen?! Klar. Nehmen wir mal die Klemmschraube für die Vorbauklemmung: Sie begnügt sich mit einem kleinen Bereich für das Gewinde, und durch Abdrehen des langen Mittelteils kann man immerhin mehr als ein Drittel ihres Gewichtes abbauen.

Hebel, die halten

Noch mehr Überzeugungsarbeit gefällig? Wir wollen einen Blick werfen auf die statischen Verhältnisse bei Hebeln. Auch hier gibt es genug Argumente für eine sinnvoll leichte Bauweise mit einem gutfunktionierenden Kraftfluß. Immer an der Stelle, wo an einem Hebel die Kraft eingeleitet wird, ist seine Belastung am geringsten. Folglich eine gute Gelegenheit, ihn dort relativ zierlich ausfallen zu lassen. Mit zunehmender Hebellänge wächst die Belastung und erreicht am Drehpunkt ihr Maximum. Relativ klar erscheint dieser Sachverhalt beim Betrachten einer Zange. Die größte Materialballung findet sich bei ihr in der Regel am Drehpunkt. Dahinter nimmt die Belastung wieder gleichförmig ab.

Schlank und stabil: die Pedalachse

Man könnte auch ein einseitig eingespanntes Teil wie die Pedalachse als eine Art Hebel bezeichnen. Das Maximum der Kräfte, die dort gnadenlos nach Verbiegung trachten, finden wir ausnahmslos an der Einspannstelle (bei der Pedalachse ist das der Gewindeflansch). Deshalb wird bei der Ausformung der Pedalachsen versucht, dem Kräfteverlauf auch äußerlich Rechnung zu tragen. Die Geometrie der Pedalachse ist am äußeren Ende, also an jenem Punkt, wo die Belastung eingeleitet wird, ziemlich filigran. Bis zum Gewindeflansch hin (wo die Pedale in die Kurbel eingeschraubt ist) verdickt sich der Querschnitt kontinuierlich. Das hat Vorteile: Bei Pedalaufsetzern oder beim Anstoßen an festen Gegenständen gibt die schlanke Achse gleichmäßig nach. Sie puffert zum Ende hin die Energie des Aufsetzers ab und verhindert dadurch einen möglichen Bruch an der Einspannstelle. So werden auch bei der Pedalachse zwei Fliegen mit einer Klappe geschlagen: zum einen weniger Materialeinsatz und darum leichter; zum anderen größere Haltbarkeit, weil das Teil besser ausfedern kann.

Drei Regeln für das Tuning von Hebeln

* Sanfte Übergänge müssen an die Stelle von Querschnittssprüngen treten
* Der Kraftfluß darf nicht unterbrochen werden
* Die vorhandene Elastizität muß überall erhalten bleiben

Es ist hilfreich, sich immer wieder die Hebelverhältnisse mit ihren Federkräften bewußtzumachen. Schließlich lebt und überlebt das Rennrad nur dank seiner Elastizität. Reifen, Felgen, Speichen, Sattel und Sattelgestell, Vorbau und Lenker federn; ja, selbst der Rahmen ist elastich. Und nicht zuletzt der Radler trägt durch eine geschmeidige Haltung auf dem Velo dazu bei, unnötige Belastungen abzufangen. Merke: Wer aus dem dritten Stock springt, tut gut daran, in den Knien zu federn. In der Radlerpraxis trifft das für Roß und Reiter gleichermaßen zu.
Um das Konzept der Tuning-Bauweise noch eindringlicher zu vermitteln, schicke ich jedem Kapitel im Teil II eine spezifische Erläuterung zum Thema Festigkeit, Krafteinfluß und Federungsverhalten voraus.

WERKZEUG UND WERKSTOFFE

Drei Dinge braucht ein ordentlicher Tuner, und die passen in die Hosentasche: Säge, Feile und Schmirgelleinen unterschiedlicher Körnung. Das ist der Grundstock. Dann kommen die Raffinessen, deren es unzählige gibt.
Eine kolossale Erleichterung verschafft die sogenannte Power-Feile, ein schmaler Bandschleifer, mit dem man in beinahe alle Ecken kommt. Eine fachgerechte Führung dieses Werkzeuges setzt allerdings einige Trainingsstunden voraus, in denen das nötige Feingefühl erworben wird. An kritischen Stellen sollte jedoch auch weiterhin auf die bewährte Feile zurückgegriffen werden. Sie ist unübertrefflich, wenn es darum geht, gezielt Material abzutragen. Außerdem kann man mit ihr sauberer vorarbeiten, so daß später weniger geschmirgelt werden muß.

Schmirgeln und Polieren

In den nachfolgenden Kapiteln werden noch so manche Tricks zum Feilen und Schleifen verraten. Vorweg nur so viel: Als Schmirgel grundsätzlich nur die breiten Bänder der Bandschleifmaschinen verwenden. Dort sind die Schleifkörner mit festerem Bindemittel auf den Textilbändern fixiert und brechen daher nicht so schnell aus. Überdies ist der Schmirgel in der Regel schärfer und trägt infolgedessen auch mehr Material ab. Zum Nacharbeiten eignet sich hervorragend das wasserfeste Schmirgelpapier der Autolackierer, weil es am besten "packt".
Vor der Politur sollten alle betroffenen Komponenten damit abgezogen werden. Der erhöhte Zeitaufwand für diese Prozedur wird durch ein doppelt so geschwindes Polieren leicht wieder wettgemacht. Als Nebeneffekt entsteht eine gleichmäßig glatte, seidig schimmernde Oberfläche.

Zum Polieren "nach Hausmacherart" reicht eine Schwabbelscheibe, ins Bohrfutter der Bohrmaschine gespannt, vollkommen aus. Da auch während des Poliervorganges noch weiteres Material abgebaut werden muß, sollte in Abständen von einigen Minuten sogenanntes Polierwachs (in Werkzeug- und Schmuckbastelläden auch als Tripel bekannt) an die Schwabbelscheibe. Notfalls tut's auch Schleifpaste aus dem Autozubehör-Handel, mit der die Werkstücke während des Polierens immer wieder eingerieben werden müssen.

Bohren und Drehen

Es läßt sich nicht umgehen, hin und wieder ein Loch zu bohren, daher ist die Bohrmaschine ein weiteres Utensil auf der Ergänzungsliste. Dazu empfehle ich gleich einen kleinen Bohrständer, da Freihandbohrungen doch zu ungenau sind. Damit hätten wir gleichzeitig eine "Feststation" für das Polieren installiert und die Möglichkeit geschaffen, das Werkstück mit beiden Händen zu führen. Wer einwandfrei arbeiten will, markiert jedes Bohrloch vorher mit einem Schlag auf den Körner, einen gehärteten Stahlstift. Der Punkt, den er im Metall hinterläßt, bietet eine sichere Führung für den Bohrer.
Insbesondere durch selbstgemachte Schrauben läßt sich eine Menge an Gewicht "drücken" . Daher sei wenigstens den Enthusiasten die Anschaffung einer kleinen Drehbank empfohlen. Ersatzweise reichen einige Kästen Bier. Sie sind ein probates Mittel, einen befreundeten Dreher zu entsprechenden Arbeiten zu bewegen. Da dieses Buch keine Anleitung zu der komplexen Kunst des Drehens geben kann, ist die Zusammenarbeit mit einem Fachmann sehr zu empfehlen.

Werkstoff Aluminium

Überwiegend ist das Material ja bereits von den Komponenten vorgegeben, die wir veredeln wollen. Trotzdem muß bisweilen ein Teil nachgemacht, eine Schraube neu gefertigt werden. Doch nur edle, leichte Werkstoffe rechtfertigen diese Mühe. Geradezu als Allround-Werkstoff bietet sich in diesem Zusammenhang Duraluminium an.

Es ist denkbar einfach zu bearbeiten und übertrifft mit Festigkeiten von 550 bis 600 N/mm^2 sogar die von normalen, unlegierten Stahlteilen. Um jedes Risiko auszuschließen, sollten Sie das Dural-Objekt vorsichtshalber etwas überdimensionieren. Das spezifische Gewicht von Aluminium beträgt ohnehin nur etwa ein Drittel dessen von Stahl, so daß es im wahrsten Sinne des Wortes kaum ins Gewicht fällt. Bei Schrauben heißt das konkret: lieber eine Vorbauspannschraube mit 8 mm Gewinde als eine mit 7 mm. Bei hausgemachten Bolzen oder Hebeln ist zudem zu berücksichtigen, daß sich Aluminium bei gleicher Belastung dreimal so stark dehnt wie Stahl. Wie im Kapitel "Bau leicht, damit es hält" dargelegt, wäre das im Normalfall eher ein positiver Umstand. Beim Bremsbolzen kann es allerdings zum Flattern der Bremse führen. Deshalb wird in diesen Fällen der Durchmesser einfach vergrößert, um die gewünschte Steifigkeit zu gewährleisten.
Wenn Sie sich mit dem leicht zu bearbeitenden Aluminium anfreunden, sollten Sie zwei Regeln beachten: Die Übergänge, etwa vom Schraubenkopf zum Gewindeschaft, müssen unbedingt weicher verlaufen als bei Stahlausführungen. Zweitens müssen die Inbuseinsätze (siehe auch Kapitel "Selbstgefertigte Schrauben") eine Idee länger ausfallen, damit der Schlüssel nicht überdreht.
Schließlich muß ich Sie noch mit einer für Alu-Legierungen typischen Krankheit bekanntmachen, der Korngrenzenkorrosion. Durch Legierungsbestandteile, allen voran Kupfer, kommt es bei Feuchtigkeit zu einem elektrolytischen Prozeß. In dessen Verlauf bildet sich entlang der Korngrenzen Oxid, worunter die Festigkeit erheblich leidet. Doch schon durch simples Einfetten (besser immer noch: Einwachsen) läßt sich die Korrosion vermeiden.

Fallen Freunde oder Bekannte einmal mit einem Präsent sogenannter Nobelwerkstoffe ins Haus, so ist dies sicher eine nette Geste. Wenn aber nicht genau feststeht, um welchen Werkstoff es sich handelt, sollten Sie kein Risiko eingehen und lieber die Finger davon lassen.

Tip: Das richtige Alu

Material:	Aluminium der Legierung Al Zn Mg Cu 1,5
Festigkeit:	550 N/mm2
Bruchdehnung:	8 Prozent
Vorteile:	Einfach zu bearbeiten. Überlastetes Material knallt nicht auf der Stelle weg, sondern verbiegt. So hält die Maschine wenigstens noch bis nach Hause
Behandlung:	Im Zweifelsfall lieber zu stark als zu dünn wählen. Nach dem Polieren einwachsen
Erhältlich:	Metallhandel (Branchenverzeichnis)

Werkstoff Titan

Als zweiter Tuning-Werkstoff kommt Titan in Frage. Mit seinem spezifischen Gewicht liegt es etwa zwischen Aluminium (2,7 kg/dm^3) und Stahl (7,8 kg/dm^3). In einer Reihe von Legierungen erzielt es jedoch Festigkeitswerte von über 1.000 N/mm^2 (Stahl etwa 30-150, Alu 15-70 N/mm^2). Verlockende Aussichten, möchte man meinen. Doch wird die Freude schnell getrübt. Die hochfesten Titanlegierungen sind äußerst schwer von Hand zu bearbei-

ten. Lediglich auf einer Drehbank mit scharfem Schneidwerkzeug geht die spanabhebende Werkelei einigermaßen gut vonstatten. Beim Gewindeschneiden aber folgen postwendend die nächsten Probleme, da Titan zum sogenannten Fressen neigt. Dabei "schmieren" sich Titanteile um die Werkzeugschneiden, und es geht nichts mehr vor oder zurück. Verhindern läßt sich das Fressen nur durch die Verwendung neuer, scharfer Gewindeschneider und guter Schneideöle. Zur Not kann man Werkstück und Schneidwerkzeug auch gründlich mit Molikote-Schmiermittel (Autohandel) einreiben. Vergleichbare Schwierigkeiten können später auch im Radleralltag nerven. Sind Schraube und Mutter beispielsweise aus Titan, so entwikkeln sie unter Umständen ein inniges Liebesleben. Da kann es vorkommen, daß es irgendwann mal kurz quietscht und beide Teile unlösbar "gefressen" sind. Darum bei Titanschrauben die Mutter immer aus Dural fertigen. Diese Gleitpaarung ist auch im Hinblick darauf, daß das Muttergewinde stets weniger belastet wird als das des Bolzens, ruhigen Gewissens vertretbar.
Es gibt noch von einem weiteren Merkmal bei Titan zu berichten, welches nicht eben ermutigt. Bei wechselnden Belastungen ermüdet Titan rascher als Stahl oder Aluminium. Deshalb werden im Motorsport Titanteile nach spätestens einem Jahr ausgewechselt. Vor allem reines Titan ist davon betroffen. Allerdings verdienen Velo-Teile aus diesem exotischen Metall eine differenzierte Betrachtung. Teile, die permanent wechselhaft beansprucht werden, wie zum Beispiel die Klemmschraube der Patentsattelstützen, sollten selbst bei einem leichtgewichtigen Pedalisten n cht aus Titan sein. Kettenblattschrauben oder Befestigungsschrauben für Bowdenzüge halten dagegen

ewig, weil sie - einmal angezogen - kaum noch mit Wechselbelastung konfrontiert werden. Hier kann man bedenkenlos auf Rein-Titan zurückgreifen, welches je nach Sauerstoffanteil Festigkeit zwischen 300 und 800 N/mm^2 aufweist.
Höchst attraktiv ist Titan jedenfalls als Dekomaterial, wie die abgebildeten Titanschrauben belegen. Die Herstellung solch purpurn und blau irisierender Glanzstücke ist im Kapitel "Selbstgefertigte Schrauben" beschrieben.

Tip: Titan

Spezifisches Gewicht: 4,6 kg/dm^3

Festigkeit:	Rein-Titan 300-800 N/mm^2 Legierungen bis 1.000 N/mm^2
Vorteile:	leicht, fest, schön
Nachteile:	teuer, schwer zu bearbeiten, schnelle Materialermüdung bei Wechselbelastung
Erhältlich:	Metallfachhandel

Genaugenommen gäbe auch *Magnesium* (spezifisches Gewicht 1,8 kg/dm^3) einen Tuning-Werkstoff her. Doch nur eine geringe Anzahl sogenannter Knetlegierungen verfügt mit 250 bis 300 N/mm^2 Festigkeit über einigermaßen akzeptable Werte. Außerdem birgt die Beschaffung fast unlösbare Probleme - Sie werden eher unter Ihrem Haus eine Goldmine finden, als an dieses Material heranzukommen. Überdies müßten beispielsweise Schrauben derart überdimensioniert werden, daß der Gewichtsvorteil damit zunichte gemacht wäre. Ausnahme: Für bestimmte Muttern oder für den Schrägkonus einer Vorbauklemmung wäre dieser Werkstoff bedenkenlos verwendbar.

TUNING IN WORT UND BILD

SCHALTHEBEL

Starten wir ins Abenteuer Tuning und konzentrieren wir uns auf das erste, einfache Objekt: den Schalthebel. In seiner Bearbeitung spiegelt sich beinahe die gesamte Palette der Veredlungskünste wider. Dabei hält sich der Zeitaufwand für die nicht selten schweißtreibenden Handarbeiten in Grenzen, wodurch die ganze Angelegenheit überschaubar bleibt.

Bevor es richtig losgeht, will ich Sie, wie versprochen, mit einer kurzen statischen Betrachtung langweilen. Der kleine Exkurs in die Theorie ist wichtig, denn die Haltbarkeit des getunten Teiles wäre für die Katz', würde die Feile an der falschen Stelle zupacken.

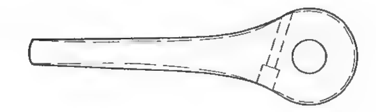
Erst denken, dann feilen

Wie der Name schon sagt, haben wir es mit einem Hebel zu tun. Am Hebelende, wo die zum Schalten notwendige Kraft eingeleitet wird, ist der Bereich der geringsten Belastung. Normalerweise ein Kriterium, den Schalthebel hier hauchdünn auszufeilen. Dadurch entstünden zu scharfe Kanten, die im Falle eines Sturzes Verletzungsgefahren in sich bergen. Vergessen wir diese Spielerei also schleunigst und lassen lieber ausreichend "Fleisch" dran.

In der Nähe des Drehpunktes ist die Belastung des Schalthebels am größten. Und weil für die Schaltzug-Durchführung eine Bohrung oberhalb des Drehpunktes unvermeidbar ist, wird dieser Ort zur schwächsten Stelle des Schalthebels.

Soll es nicht zum gefürchteten "Knack" mit einer unfreiwilligen Teilung des Hebels kommen, dürfen die Kanten deshalb nur gerundet und vorsichtig geschmirgelt werden.





Am Ende der Schalthebel genügend Material stehenlassen...

Eine zweite Grundsatzüberlegung verzögert den Start noch um ein paar Zeilen mehr. Es geht um die Frage, wie die in Arbeit befindlichen Teile richtig fixiert werden. Wenn sie einfach zwischen die rauhen Schraubstockbakken geklemmt werden, sehen sie hinterher schlimmer aus als vorher. bei unserem ersten Tuningstück kein Problem: den Schalthebel zwischen zwei Konen auf einer Vorderachse festklemmen und die Achse in den Schraubstock einspannen. So kann er ringsum ohne Schrammen verarztet werden.

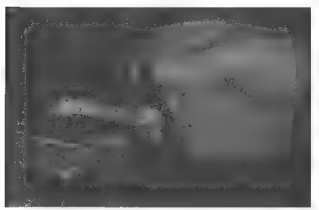
Genug der trockenen Theorien - ran an die Praxis! Die Abbildungen und Kommentare auf den folgenden Seiten verdeutlichen alle wichtigen Arbeitsgänge. Selbstverständlich ist die beschriebene Aufwertung eines alten 105er-Schalthebels (Shimano) auch auf andere Fabrikate übertragbar.



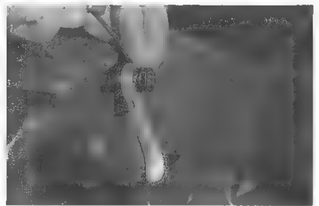
1 Der Schalthebel wird auf einer alten Vorderradachse zwischen zwei Konen festgeklemmt und zunächst schräg nach außen abgefeilt



2 Auf der Rückseite des Schalthebels, wird schräg nach innen gefeilt. Dadurch liegt der Hebel beim Schalten griffiger in der Hand



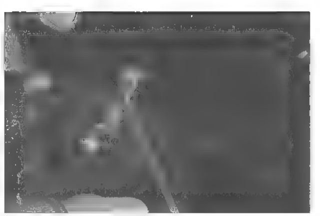
3 Nun verändern wir die Konturen und lassen den Bogen weich nach außen verlaufen (siehe auch 8, 13)



4 Rund um die Bohrung kann alles bis auf einen 1 mm dicken Rest abgefeilt werden. Eventuell noch die Seilführung nacharbeiten

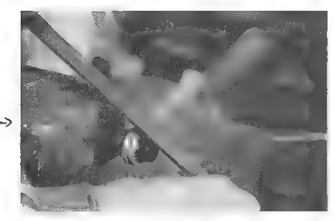


5 Mit breitem Schmirgelleinen werden die Rundungen riefenfrei geschmirgelt. Zuerst 180er Schmirgel nehmen, hinterher 400er

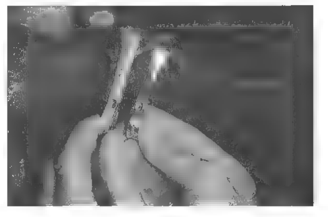


6 Auf Flächen greifen schmale Schmirgelleinenstreifen besser. Damit die Fläche nicht wellig wird, das Leinen diagonal ziehen

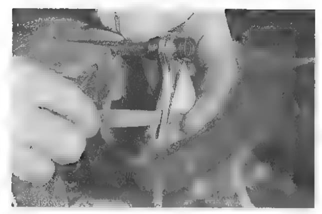
1 ->



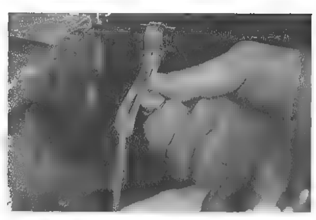
7 Der einfachste Weg zur Hochglanz-Politur: immerzu mit Autopolitur einstreichen und an die Schwabbelscheibe halten. Schneller geht's mit Schleifpaste aus dem Autozubehör- oder Polierwachs (Tripel) aus dem Bastel-Geschäft



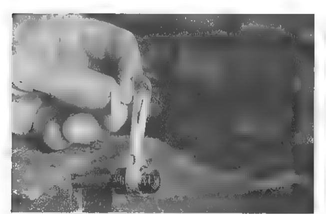
8 Kaum zu glauben, was aus dem tristen 105er Schalthebel geworden ist



9 Zum Schmuckstück wird der Schalthebel, wenn Sie einen Durchbruch bohren, ausfeilen und anschließend mit Plexiglas oder gefärbtem Harz (Uhu-Plus mit Pigment vermischt) auslegen



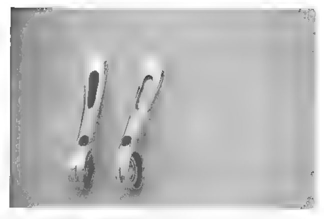
10 Wichtig vor dem Einlegen ist das Runden der Kanten, damit das "Implantat" nicht wieder herausfällt



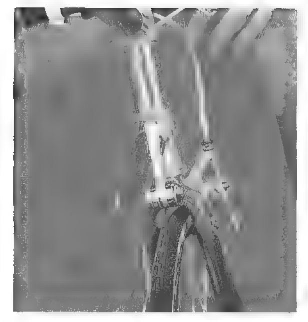
11 Ein Stückchen Plexiglas wird eingepaßt (mindestens 3 mm Überstand an beiden Seiten). Dann beide Teile fünf Minuten in den auf 150 Grad vorgeheizten Backofen legen. Anschließend das gummiartige Plexiglas im Schraubstock in die Aussparung hineindrücken



12 Die Plexiglas- oder Harzüberstände werden vorsichtig abgeschmirgelt und anschließend noch einmal poliert



13 Die veredelten Schalthebel



14 Natürlich lassen sich auch moderne Schalthebel verschönern (hier der 8fach SIS-Hebel von Shimano)

BREMSHEBEL

Es gab viele Gründe, dieses Buch zu machen. Einer davon besteht in den abenteuerlich zerlöcherten Bremshebeln, die ich schon zu Gesicht bekommen habe. Manch ehrgeiziger Rennradler leidet unter Gewichtsverirrungen. Nach dem Motto "Gut gebohrt ist halb gesiegt" versucht er überall ein paar Gramm auszurotten. Ausgebohrte Bremshebel nach Emmentaler Art sparen kaum Gewicht (Rechenbeispiel folgt), sehen nicht gut aus und sind höllisch gefährlich. Beim ersten herzhaften Bremsversuch hat man nämlich schon herausgefunden, wo so ein Teil am liebsten abbricht.

Arbeiten am Hebel selbst

Gewöhnen wir uns deshalb an ein simples Verfahren: erst den Rechenstift zur Hand, dann den Bohrer. Nehmen wir einmal das unglaublichste Beispiel, das ich je gesehen habe: Sage und schreibe fünzehn 6 mm-Löcher und zwölf 4 mm-Löcher brachte ein "bekennender Bohrer" in einem Bremshebel unter. Das Material des Hebels ist 2 mm dick. Rechnet man die Sache durch, kommen ganze 3,1 Gramm herausgebohrtes Aluminium pro Bremshebel heraus. Herzlich wenig also für die viele Mühe und obendrein riskant. Exakt dasselbe Gewicht steht als Resultat, wenn man die gesamte Hebeloberfläche um lediglich 0,15 mm abschmirgelt.

Wie sieht es mit den Hebelverhältnissen aus? Auch hier herrscht am Drehpunkt die größte Belastung für den Hebel. Deshalb sollte dort das Material im Originalzustand belassen werden. Nicht ganz so stark, aber immerhin noch relativ kräftig belastet ist die Halterung für den Bowdenzugnippel. Dieser Bereich ist nur glattzuschmirgeln. Der oberste Teil des Bremshebels, der am Bremsgriffkörper anschlägt, kann schon eher kräftig gedünnt werden, ebenso zum unteren Hebelende hin, wo die bremsende Hand anliegt. Allerdings ist es ratsam, das letzte Stück am Ende des Hebels wiederum dicker zu lassen. So vermeiden wir, daß sich die Enden bei einem Sturz in den Oberschenkel rammen.

Auf diese Weise lassen sich bis zu 15 Gramm vom Bremshebel abfeilen, und trotzdem hält er einen vollen Griff "in die Eisen" locker stand.

Zu Beginn der Arbeiten fixieren wir den Hebel mit einem Spannbolzen von 12 bis 14 mm Durchmesser und einer Distanzbüchse, die haarscharf die lichte Weite des Bremshebels haben sollte.

Direkt am Bremsgriff-Körper darf bei Aero-Ausführungen das vordere Hörnchen heruntergefeilt werden. Die Griffigkeit geht dadurch keineswegs verloren. Ja, Sie profitieren sogar davon, indem Ihre Hand später, wenn der Bremsgriff mit Leder überzogen ist, eine neue bequeme Grifffläche auf dem Lenker vorfindet.

Statt den Bremsgriff-Körper zu durchbohren (selbst ein 12 mm-Loch würde keine 2 Gramm bringen), ist es gescheiter, seinen Mittelteil zu befeilen. Das ist vertretbar, da ohnehin nur die Enden des Griffkörpers auf dem Lenkerbogen aufliegen. Auch zu dieser Fixier-Aktion wieder einen Bolzen mit einer entsprechend breiten Distanzbüchse verwenden und ihn durch die Drehpunktbohrung für den Bremshebel schrauben.

Durch Abfeilen des Bremshöckers wird eine neue Griffposition geschaffen

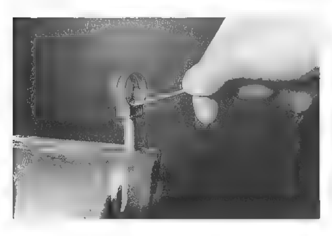


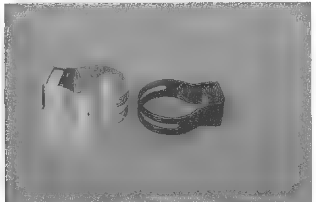


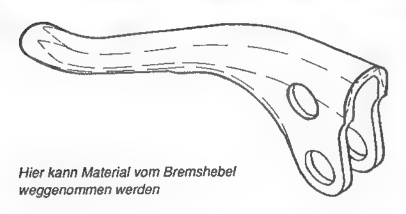
Die Befestigungsschraube bei Shimano mit M 6 kann man bedenkenlos aus Aluminium nachbauen. Wenn eine solche Schraube jedoch bereits ein M 5-Gewinde besitzt (Suntour, Campa, CLB), empfiehlt es sich, nur das Mittelteil dünnzudrehen.

Wie auf der Abbildung zu ersehen, kann die Bremsgriff-Bandage ebenfalls geleichtert werden. Damit die Sache danach nicht still und heimlich "unter Putz" vor sich hinrostet, müßte die Bandage abschließend lackiert und zusätzlich eingefettet oder gewachst werden.

Im unteren Teil können die Bremsgriff-Bandagen gedünnt werden - aber anschließend bitte lackieren



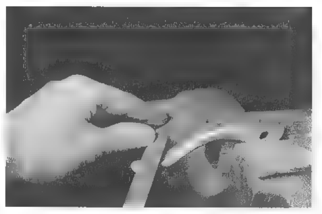




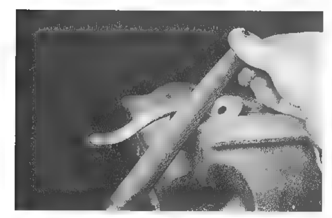
Hier kann Material vom Bremshebel weggenommen werden



1 Ein Stück Flachmaterial als Distanzstück schützt den Bremshebel beim Einspannen vor dem Verbiegen



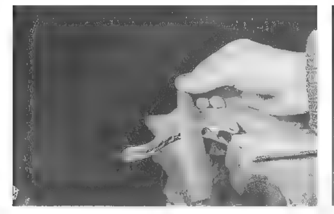
2 Über die gesamte Grifflänge feilen wir eine etwa 8 mm breite Fläche



3 Ebensolche Flächen setzen wir an beiden Seiten schräg daneben. Zwischen den einzelnen Flächen sollte jeweils eine Kante in der ursprünglichen Materialstärke stehenbleiben



4 Vor dem Umspannen des Hebels muß die Rundung des Distanz-Stückes der des Bremshebels angepaßt werden



5 Der quer eingespannte Hebel wird nun auch an den Seiten flachgefeilt



6 Auch die Rückseite ist vor der Feile nicht sicher



7 Die Flächen werden leicht ballig geschmirgelt und poliert



8 Der fertige Bremsgriff, 15 Gramm leichter und durch die schrägen Flächen attraktiv und griffig geworden. Die stehengebliebenen Kanten in Originaldicke garantieren seine Haltbarkeit

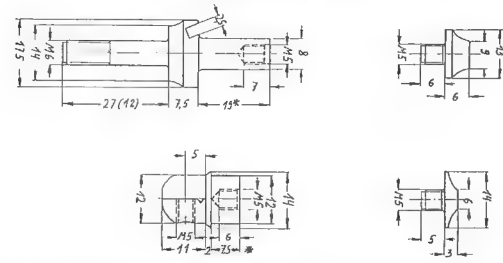
Getunte Bremsen sind wahrhaftig nicht jedes Radlers Sache. Wer hätte nicht schon eine Notbremsung erlebt - eine brenzlige Situation, bei der einzig und allein ein energischer Stop größeres Unheil abwenden konnte? Es ist immens wichtig, sich hundertprozentig auf seine Bremsen verlassen zu können. Das heißt noch lange nicht, daß sie unberührbar wären. Mit etwas Vorsicht ist auch in diesem Bereich eine Gewichtsreduzierung möglich.

Abspecken ohne Risiko

Ein erster, einfacher Schritt zu diesem Ziel besteht darin, die Bowdenzughalterung und Bremsgummi-Befestigung mit Aluschrauben zu versehen. Solche Duralschrauben sind bei Brügelmann erhältlich. Extraleichte Bremsgummis (CLB) bieten eine weitere Alternative. Zusammen ergibt das eine Einsparung von immerhin 30 bis 40 g pro Bremse. Und das ist beileibe noch nicht alles. Werden die Bremsklötze kleiner geschliffen, verringert sich die Bremskontaktfläche zur Felge, wodurch die Flächenpressung (Kraft pro Flächeneinheit) wiederum größer wird. Auf die Bremswirkung hat das keinerlei Einfluß; sie ist unabhängig von der Kontaktfläche. Aber bei Regenfahrten zeigt der getunte Bremsklotz, was in ihm steckt! Die kleinere Bremsgummi-Fläche "beißt" sich schneller durch den Wasserfilm auf der Felge und kürzt den Bremsweg deutlich ab. Der Preis für diesen Funktionsvorteil ist ein höherer Verschleiß der kleineren Bremsgummis - sicherlich angemessen angesichts der gesteigerten Sicherheit.

Bremsbolzen aus Alu

Bei Bremsherstellern ist die Rationalisierung mittlerweile zu einem Hauptpunkt auf der Tagesordnung geworden. Das ist unter anderem beim Marktführer Shimano zu beobachten. Der japanische Anbieter fertigt seine Bremsbolzen aus sogenanntem Automatenstahl, einer Legierung, die sich bei einer gewissen Festigkeitseinbuße vereinfacht bearbeiten läßt. Dieses Sicherheitsdefizit gleichen die Asiaten wieder überreichlich aus, indem sie den Durchmesser des Bremsbolzens von üblicherweise 6 auf 7 mm ausweiten. Hierdurch wächst die Biegesteifigkeit des Bolzens um rund 60 Prozent an.



Streben Sie nach leichteren Bremsbolzen, kann Ihnen ein Dreher oder eine Schlosserei diese Teile aus Dural herstellen. Weisen Sie auf sanfte, polierte Übergänge hin

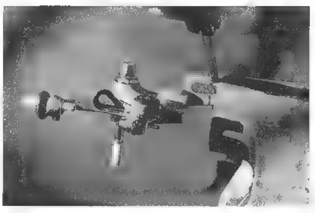
Dieses Spielchen läßt sich sogar noch weiter treiben: nicht Stahl, sondern Duraluminium - und schon läßt sich der Durchmesser des Bremsbolzens ohne weiteres auf 8 mm hochschrauben. Im Vergleich zu den 6 mm Stahlbolzen erhöht sich die Biegesteifigkeit um den Faktor 2,3.

Das gleicht den geringeren Elastizitätsmodul des Aluminiums recht gut aus, und hinsichtlich der Festigkeit werden die Stahlbolzen sogar übertroffen. Und das kann uns nur recht sein - Zinsen auf's Sicherheitskonto.
Mit Hilfe der Zeichnung sollte es gelingen, schon bald selbst in Besitz eines Alu-Bremsbolzens zu sein. Wie immer, ist das richtige Material auch diesmal von unschätzbaren Wert. Begnügen Sie sich keinesfalls mit irgendeinem Aluminium, sondern besorgen Sie unser Lieblingsmaterial (siehe oben) im Metallhandel.

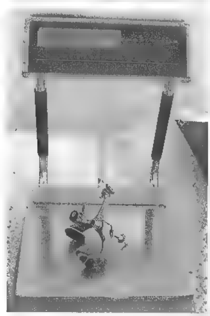
Das Einspannen der Bremsarme geht ohne Krampf mit einer M6-Schraube plus Spannbolzen über die Bühne. Nebenbei bemerkt, fällt ein Abfeilen der Bremsarme nur geringfügig ins Gewicht. Wenn überhaupt, so können lediglich die Bereiche um die Bremsgummibefestigung sowie die Ärmchen, die vom Bowdenzug zusammengezogen werden, befeilt werden. Um das Drehauge der Bremsärmchen herum aber bitte bloß schmirgeln, denn dort ist die Belastung am größten. Ergeben sich dann überhaupt Vorteile aus dem Befeilen der Bremsarme? Durchaus: Die Bremsärmchen lassen sich elastischer verformen, und das kommt der Dosierbarkeit der Bremse zugute. Der Kraftfluß vom Bremsgummi zum Bremsauge wird harmonischer, da die Ärmchen über die gesamte Länge leicht in Fahrtrichtung ausweichen. Wir eliminieren damit weitgehend das lästige Flattern der Bremse - und das ist etwas, worauf ein Tuner stolz sein kann.
(Bei der fabrikmäßigen Bremse "geht" lediglich die Gegend ums Bremsauge).



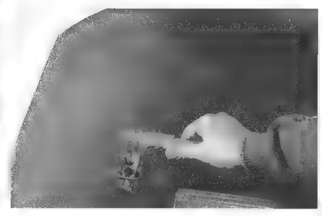
1 162 Gramm wiegt die Sprint-Bremse, der wir zu Leibe rücken wollen



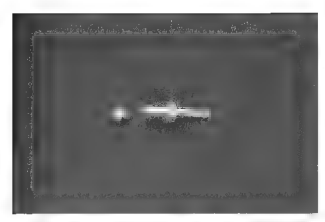
2 Überstehendes Material an den Bremsgummi-Halterungen (die mit dem Langloch) wird abgesägt, die Einstellschrauben des Bowdenzugs werden durch solche aus Duraluminium ersetzt



3 In den Original-Bremsgummis steckt viel Masse. Sie können gegen die leichten CLB-Klötze ausgetauscht werden. Mit diesen Maßnahmen sind pro Bremsenpärchen schon 70 Gramm weg



4 Weitere Gewichtsreduzierungen erfordern viel Arbeit und eine Drehbank. Im Bild: Ausmessen der erforderlichen Bremsbolzen-Länge



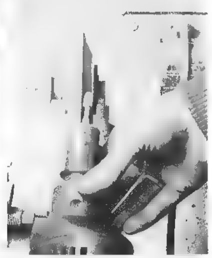
5 Dieser Bremsbolzen ist genau nach der nebenstehenden Zeichnung gefertigt



6 Für den genauen Sitz der Feder wird mit einer Schlüsselfeile eine Vertiefung in den Flansch des neuen Bremsbolzens gefeilt



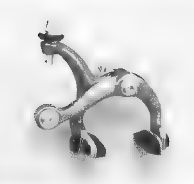
7 Damit alles paßt, müssen Bremsschenkel und Zwischenscheibe auf 8 mm aufgebohrt werden. Wenn die Scheiben gehärtet sind, ist Aufschmirgeln günstiger



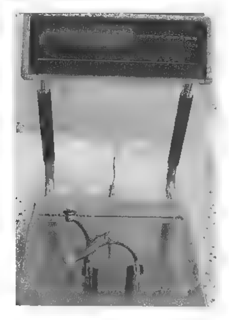
8 Dazu wird zunächst ein Schmirgelsteinstift am Schleifstein auf 8 mm Durchmesser kalibriert



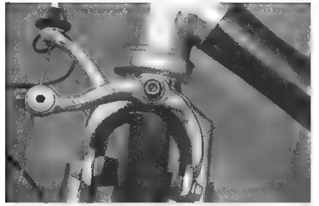
9 Bei den heute üblichen schmalen Rennreifen kann man auf die Schnellöffnung der Bremsen verzichten und sich statt des Stahlexzenters (rechts im Bild) einen Lückenbüßer aus Aluminium herstellen - siehe auch obenstehende Werkzeichnung



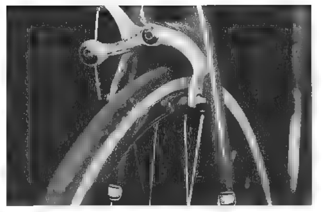
10 Die rundum geleichterte Bremse, der noch ein paar Gramm von den ohnehin schon leichten CLB-Bremsgummis abgezwackt wurden: höhere Bremswirkung bei Regen, etwas höherer Verschleiß



11 Ohne Sicherheitseinbußen ist die Bremse fast um die Hälfte leichter geworden



12 Nur 85 Gramm wiegt diese überarbeitete Campa-Bremse, die schon sechs Jahre ihren Dienst versieht



13 Durch thermisch behandeltes Titan bekommt diese getunte 105er Bremse ein exotisches Aussehen. Auch sie wiegt keine 100 Gramm

SCHALTUNG

Die Schaltelemente sollen leichter werden? Da beißt der Pedalist auf Granit. Oder knirscht zumindest mit den Zähnen. Gewichtsabbau an Schaltwerk und Umwerfer heißt: viel Arbeit, wenig Lohn. Was sich für beide Komponenten bestimmt auszahlt, ist das Ersetzen herkömmlicher Schrauben doch solche aus Alu und Titan. Wieviel eine Schraube aushalten kann, verdeutlicht die Abbildung im Schraubenkapitel. Sie zeigt eine Schaltung, die in die Speichen geriet. Sogar im durchbohrten Zustand hielt die Schraube (übrigens aus Al Zn Mg Cu 1,5 nachgearbeitet), während der unbehandelte Schaltkörper verbog und das Ausfallende sogar abbrach. Und da sage noch jemand, Tuning macht instabil. Die einfachste Lösung wäre also, die entsprechenden Schrauben und Bolzen Stück für Stück aus Tuning-Material nachzubauen.

Designer-Arbeit

Natürlich können Sie sich den Schaltkörper auch vorknöpfen, um ihn aus der Masse der Serienteile herauszuheben. Wie das aussehen kann, zeigen die Darstellungen der Suntour Sprint-, Campa- und Shimano Ultegra-Schaltung. Bei Suntour und den mittleren Klassen von Shimano ist jedoch Vorsicht geboten, da die Schaltkörper gegossen sind. Wer hier zuviel abfeilt, hat sich unter Umständen die Mühe umsonst gemacht. Und wenn an belasteten Stellen (wie den Laschen für die Schaltgelenkbolzen) womöglich noch Poren im Material sichtbar werden, wird abgepfiffen und neu investiert. Darum entweder zu den Topmodellen greifen oder den Schaltkörper nur unmerklich verändern. Ein kräftigeres Befeilen der Parallelgelenke hingegen schadet nicht. Für das Gewicht weniger von Interesse, dafür mehr hinsichtlich einer individuellen Formgebung. Denkbar ist eine mittlere Einbuchtung an den Gelenkenden, die bis zur Mitte der Gelenke ausläuft. Im Gegenzug kann man dann von den Seiten her zur Mitte wieder "Einziehen", was im polierten Zustand ein schönes optisches Spiel der Fasen entstehen läßt.

Kosmetik

Haben Ihre Schaltungsrädchen noch Gleitbüchsen (meistens außen 12, innen 6 mm Durchmesser), so lassen sich diese mit einem Widia-Bohrer, notfalls tut es auch ein angeschliffener Steinbohrer, aufbohren. Das bringt nicht viel, aber immerhin ein paar Gramm... Auf einer Seite aber ein bißchen Material stehenlassen, damit die Schraube die Gleitbüchse noch zentrieren kann.

Dem Schaltkäfig selbst können wir lediglich mit dezenter Kosmetik zu etwas feineren Gesichtszügen verhelfen. Ganz unermüdliche Gewichtseinsparer werden sich trotzden ihre 5 Gramm "erfeilen" wollen. Dazu am besten die gesamte Oberfläche abarbeiten. Am Auslauf der Stege, die das Schaltröllchen-Gewinde halten, muß ausreichend "Fleisch" stehenbleiben. Völlig unsinnig wäre es, Löcher zu bohren, zumal ein kleines Rechenexempel enthüllt, daß für die 5 Gramm Gewichtsersparnis rund 80 Löcher von je 3 mm Durchmesser in der Schaltschwinge unterzubringen sind. Fast undenkbar.

Alles klar zur Operation? Die auseinandergebaute Schaltung wieder zwischen zwei Konen auf eine Nabenachse festklemmen und dann: "Schwester! Feile und Tupfer bitte". Zur Befestigung der Schaltschwinge bohren Sie in einen Stahlbolzen von 12 oder 14 mm Durchmesser ein M5-Gewindeloch und schrauben die jeweilige Seite der Schaltschwinge darauf fest.

Bessere Schalträdchen

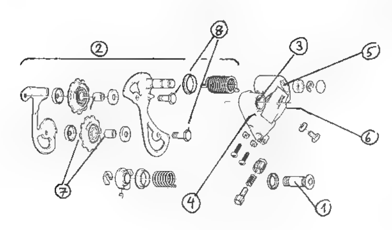
Fans von Campa-Schaltungen tun übrigens gut daran, die Schalträdchen des Herstellers gegen solche von Shimano auszutauschen. Letztere nämlich haben breitere und ausgeprägtere Zähne, die die Kette besser führen. Bei den Originalrädchen hingegen rutscht die Kette beim Gangwechsel von den Zähnen und muß von der Schaltschwinge auf das nächste Ritzel gedrückt werden. Mit Fremdteilen arbeiten also auch die berühmten Campagnolos exakter ...

Feinheiten am Ausfallende

Des weiteren kann man die Funktion der Campa-Schaltungen optimieren, indem der Anschlag für das Ausfallende eine Spur abgefeilt wird. Die Schaltung verfügt so über mehr Schwingungswinkel und kommt auch näher an die Ritzel heran. Zwei Punkte, die wiederum die Schaltfunktion verbessern. Und da wir uns gerade mit der Schaltbarkeit beschäftigen:

Ein halber Millimeter mit Riesenwirkung

Durch eine seitlich beweglichere Rohloff-Kette läßt sich noch mehr erreichen. Sie ist mit nur 6,8 mm extrem schmal; andere "schmale" Ketten haben 7,3 mm. Ein halber Millimeter, der enorme Konsequenzen hat. Denn mit dieser Kette ist es möglich, die Abstände von Ritzel zu Ritzel auf ganze 2,5 cm zu verkürzen. Trotzdem kann, in Kombination mit einem Akkushift-Schalthebel und einer Superbe-Pro-Schaltung, noch mit Raster geschaltet werden. Und noch ein positiver Effekt: Die auf diese Weise schmaler gehaltenen Zahnkranzpakete machen die Hinterachse weniger anfällig gegen das Durchbiegen. Schließlich können Sie das Hinterrad symmetrischer einspeichen, wofür die Speichen garantiert dankbar sind. Siehe dazu auch das Kapitel "Laufräder".



1 *Bolzen abbauen*
2 *Schwinge demontieren*
3 *hier zwischen zwei Konen einspannen*
4 *feilen*
5 *neu einspannen*
6 *feilen*
7 *aufbohren*
8 *dünnen oder nacharbeiten*



1 Erst Befestigungsbolzen und Schaltschwinge abgebauen. Dann Schaltwerkkörper zwischen Konen einer alten Vorderachse festklemmen (siehe 3). Nun wird die große Fläche, in der die Einstellschrauben integriert sind, durch eingefeilte Rundungen aufgelockert (siehe 5, 6)

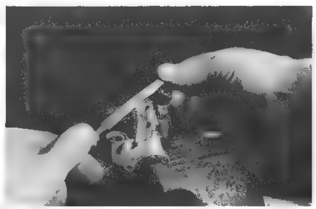


2 Die Feineinstellschraube für den Schaltzug ist bei neuen Modellen leicht in das Schaltwerk versenkt. Hier gibt es Feilenfutter: am Körper feilen, bis Einsenkung weg ist.



3 Wir lösen die Befestigung und spannen den Schaltkörper am anderen Ende ein (am Bolzenloch für die Schwingenlagerung). Auch das geht gut, wenn wir ihn zwischen zwei Konen einklemmen. Jetzt die Parallelogramm-Hebelchen zur Mitte hin bogenförmig ausfeilen





4/5 Das vordere Parallelogramm-Gelenk so ausfeilen, daß sich die Fasen in der Mitte treffen (siehe auch 15)



6/7/8 Die bearbeiteten Flächen zunächst mit 180er, dann mit 400er Schmirgel nacharbeiten



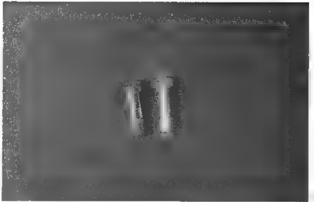




9 *Schaltkörper polieren*



10 *Die Gleitbuchsen für die Schaltröllchen bis auf einen Zentrierbund mit einem Hartmetallbohrer oder angeschliffenem Steinbohrer auf 8 mm aufbohren (mit Drehbank oder nur mit Bohrmaschine möglich)*



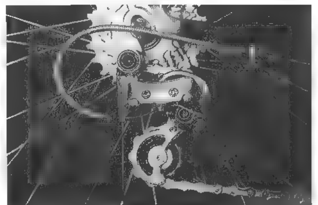
11 *Die Befestigungsschrauben für die Schaltröllchen können ausgearbeitet (links) oder ganz aus Duraluminium nachgebaut werden (rechts). Wichtig: auf beiden Seiten einen Zentrierbund stehen lassen*



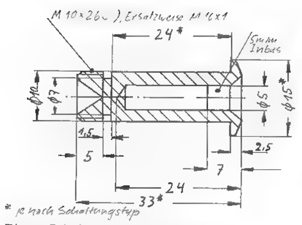
12 So wird der Zusammenbau mit Federspannung erleichtert: Inbusschlüssel (5 oder 6 mm) in den Schraubstock spannen und die Befestigungsschraube (das heißt, den Schaltungsbolzen am Ausfallende) daraufsetzen. Schaltkörper mit Feder über den Bolzen stülpen. Die Anschlagscheibe draufsetzen und mit einer Zange gegen die Federkraft verdrehen, bis Anschlag der Scheibe hinter den Anschlag der Schaltung zu liegen kommt



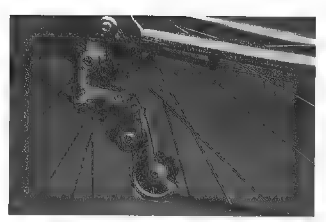
13 Nun wird nur noch der Sprengring in eine Nut gedrückt



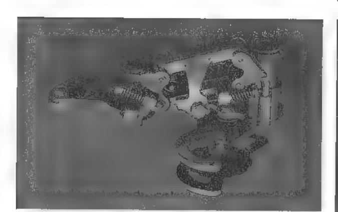
14 Die veredelte Schaltung rutscht von 213 auf 152 Gramm Gewicht. Die Titanschrauben erhöhen die optische Wirkung. Sie können nach nebenstehenden Maßen gefertigt werden



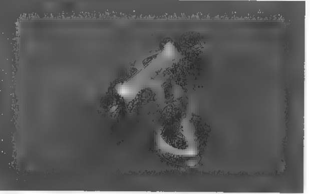
Dieser Schaltungsbolzen kann aus Dural oder Titan hergestellt werden



15 Nur 124 Gramm (vorher: 195 Gramm) wiegt diese Mark II Schaltung, ein sechs Jahre alter Veteran. Eine Schaltung dieses Typs geriet in die Speichen - trotz Alu-Befestigungsschraube brach nur das Ausfallende



16 Eine triste Schaltung aus der DDR -



17 - nach dem Tunen kaum noch wiederzuerkennen

Bei Arbeiten am Umwerfer fängt das Stirnrunzeln gleich nach dem obligatorischen Schrauben-Austausch an. Vom Aluminium ist kaum etwas vorhanden, was um seine Gramm gebracht werden könnte. Und bei der gehärteten Schaltschwinge geht es nicht über das Beschleifen hinaus. Lohnt das? Hinterher muß schließlich nachverchromt oder wenigstens lackiert werden, soll das Werk nicht durch Rost seiner Schönheit beraubt werden.
Wenn Sie trotzdem noch mögen - na gut. Ziehen wir also alle Register und vergegenwärtigen uns zunächst Hebelverhältnisse und -kräfte: Belastet wird bei der Schaltgabel im Grunde genommen nur die Gegend um die Haltebolzen. Der Rest kann durchaus in der Höhe und, da es ja ein geschlossener Kasten ist, von der Wandstärke her gedünnt werden. Dabei die Innenseite der Schaltgabel gut runden, damit die Kette dort beim Schaltvorgang nicht hakelt, sondern gleitet wie eine Ringelnatter. Auch Bohrungen in die Flanken der Gabel sollten deswegen unterbleiben.

Die Kette wird vorwiegend vom oberen Teil des Umwerfers zum Kettenblattwechsel gezwungen. Deshalb spricht auch nichts dagegen, den unteren Teil aufzuweiten. Das bewerkstelligen Sie am simpelsten mittels einer längeren Distanzbüchse am hinteren Ende der Schaltgabel. Und wo wir schon dabei sind, auch gleich eine längere M3-Schraube aus Alu oder Titan fertigen.

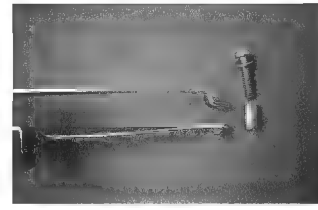
Zum Bearbeiten der Schaltgabel als erstes den einen Halteniet ausbohren - der andere entpuppt sich in der

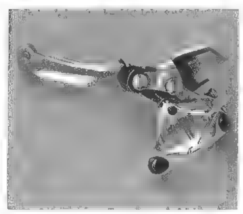
Regel als Schraubverbindung. Es ist sicherer, den Niet später als Schraube neu zu fertigen, als einen neuen Kopf aufzunieten. Um vernünftig schleifen zu können, wird die Schaltgabel mit einer Distanzbüchse auf einen Bolzen fixiert, der mit einem M4-Gewindeloch versehen ist.

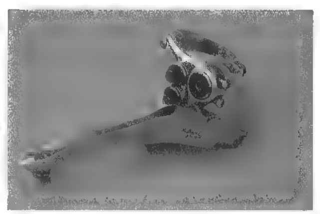
Ein Umwerfer, der geräuschlos schaltet - *Anleitungen*

1 Durch eine breitere Distanzhülse (erfordert auch eine längere Schraube) kann das nervende Ratschen der Kette an der Umwerfergabel vermieden werden

2/3 Dieser Exage-Umwerfer avancierte durch ein nachgebautes Befestigungsteil aus Duraluminium in die Oberklasse und brilliert durch hervorragende Funktion







Jetzt gilt es, den weißen Overall anzuziehen: Wir treten ein in die Hohe Schule der Velo-Tunerei. Aber vielleicht doch lieber den Blaumann anbehalten, denn speziell die Tretlager-Garnitur verlangt eine ordentliche Portion Muskelschmalz und bringt sich anschließend mit entsprechendem Muskelkater in Erinnerung. Selbst routinierte Handwerker müssen mit zehn bis fünfzehn Stunden Schufterei rechnen. Das Resultat lohnt die Mühe, denn hier endlich gelingt mit Hilfe der Feilkunst das ganz individuelle Design.



Dieses ganz alte, getunte 600er Kettenrad, hat optimalen Kraftfluß und Idealgewicht. Während es für den Normalradler völlig ausreicht, benötigen antrittsgewaltige Sprinter volumigere Kurbelgarnituren

Geschmiedet oder gegossen?

Vorweg ein Wermutstropfen: Zahlreiche Hersteller haben mittlerweile von den früher üblichen, geschmiedeten Alu-Kurbeln auf gegossene umgestellt. Das Produktionsverfahren ist einfacher, schneller und billiger. Das erklärt auch die immer voluminöseren, schwereren (und häßlicheren) Kurbeln. Um dem Tretlager ein langes Leben zu bescheren, möchte ich die Faustregel vorwegschicken: nur erstklassige Kurbeln aus geschmiedeten Alu zum Tunen verwenden. Die abgebildete Ultegra-Kurbelgarnitur hat diese Qualität; neuere 105-Kurbeln sind leider schon gegossen.
Wie sieht es nun bei der Kurbel "wissenschaftlich" aus?

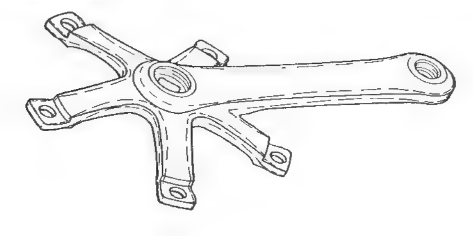
Statik

Zunächst spielt natürlich die Biegung eine Rolle. Sicherlich gut vorstellbar, wenn die Kurbel waagerecht steht und der Radler mit all seiner Power ins Pedal steigt. Neben dieser Biegebelastung in Drehrichtung verwindet sich die Kurbel zusätzlich um ihre Längsachse (Torsionskräfte), da die Radlerkraft von dem seitlich abstehenden Pedal eingeleitet wird. Darüberhinaus wird, ebenfalls durch die seitlich vom Pedal ausgehende Kraft, die Kurbel minimal zum Rahmen hingebogen. Ein ausreichend dicker Querschnitt ist Voraussetzung, diese komplexen Belastungen in den Griff zu bekommen.
Auch für die Kurbel trifft zu, was bereits an mehreren Stellen vorher zum Ausdruck gebracht wurde: Am Anfang des Hebelarmes ist die Belastung am geringsten, weshalb um das Pedalauge herum sowie die erste Wegstrekke zum Vierkantauge hin gedünnt werden kann. Aber, so

werden Sie schon in Gedanken ergänzen, beim Pedal- und beim Vierkantauge muß natürlich genügend Fleisch stehenbleiben. Ansonsten besteht die Gefahr, daß das ringförmige Material an einer Stelle aufplatzt, ja regelrecht gesprengt wird. Über das Pedalgewinde hinweg gemessen, reichen knapp 30 mm Kurbelbreite, während beim Vierkantauge 35 bis 36 mm Durchmesser sein müssen.

Auge, sei wachsam!

Nun habe ich von einer Gefahr zu berichten und von einem Trick. Wenn das Vierkantauge auf den Achsvierkant gepreßt wird, belastet das insbesondere die zum Rahmen gewandte Kante der Kurbel. In Extremfällen, wenn die Vierkantschräge der Achse größer als die der Kurbel ausfällt, kann es zum Herausfließen des Materials kommen. In der Praxis ist es auch gar nicht selten, daß sich von der Kante ausgehend ein dünner Riß bildet. Er werkelt sich nach und nach durch die ganze Kurbel und sprengt letztendlich das Auge.



Beim Kurbeltuning die Fase am Vierkantauge nicht vergessen!

Zum Glück haben wir noch einen Trumpf im Ärmel. Für Abhilfe ist gesorgt, wenn die Kante einfach angefast wird und diese hochbelastete Stelle damit weiter nach innen wandert. Die 90 Grad-Kante wird auf 135 Grad abgeflacht, und das nun noch überstehende Material stützt die Belastungszone ab. Die Rißbildung wird dadurch vermieden.

Dicke Brücken, dünne Ärmchen

Können die Ärmchen des Kurbelsternes gedünnt werden? Ja, denn ihre Lage ist stabil. Sie werden von den angeschraubten Kettenblättern in Position gehalten, könnten also bloß im "Verein" gegen die Drehrichtung ausweichen. Daher sind hier allenfalls optisch gesehen Bedenken angebracht, wenn zuviel Material abgetragen wird.
Die Kettenblätter stellen Sie sich einfach Bogen für Bogen (Bereich zwischen den Ärmchen des Kurbelsternes) als eine Art Brücke vor. Und genau wie bei der Brücke kann die Mitte dünner ausfallen, da sich der Kettendruck nach beiden Seiten hin verteilt.

Vorm Bearbeiten richtig einspannen

Anfangs fixieren wir die Kurbeln auf einer alten Tretlagerachse, zumindest solange die Vorderseite rangenommen wird. Zur Bearbeitung der Rückseite schraubt man die Kurbel fest auf einen Kurbelabzieher und kann dann, sind die beiden Arbeitsadapter in den Schraubstock gespannt, nach Herzenslust feilen.

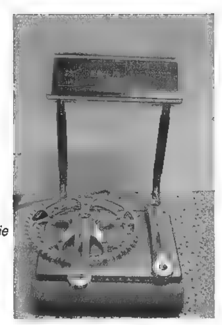
Die Kettenblätter werden einzeln auf der lediglich vorgefeilten Kurbel befestigt. So läßt sich ein verpfuschter Feilstrich im Nachhinein mühelos ausschmirgeln. Außerdem ermöglicht diese Montage, die Übergänge vom Kurbelstern zu den Kettenblättern fließend und ohne vorstehende Kanten zu gestalten.

Es kann zur Tat geschritten werden! Bei der hier präsentierten Kurbelgarnitur wurde versucht, eine Idee von optischer Dynamik in die Kurbeln zu bringen, indem sie (analog zur tatsächlichen Belastung) asymmetrisch ausgeformt wurden. Das erfeilte Tropfenprofil bietet der Kurbel noch hinlänglich Verdrehsteifigkeit und "stellt was dar".
Haben Sie immer noch Lust? Dann geben Sie der Optik den letzten Schliff mit selbstgearbeiteten Kettenschrauben aus Titan (siehe Bild). Zur Erinnerung: Wie jener purpurblaue und leicht irisierende Glanz herbeigezaubert wird, steht im Kapitel "Selbstgefertigte Schrauben".

Noch ein Quentchen mehr Leichtigkeit liegt drin bei Teilen wie der abgebildeten, alten 600er von Shimano. Doch solche filigranen Gebilde sind nicht unbedingt für einen 90 Kilogramm schweren Sprinterrecken gebaut.



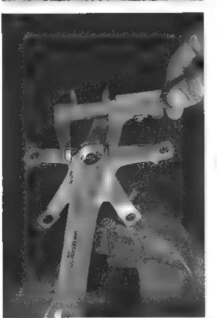
1 Nur geschmiedete Top-Garnituren verdienen ein aufwendiges Tuning. Hier die Original-Ultegra-Garnitur mit üppigen Abmessungen



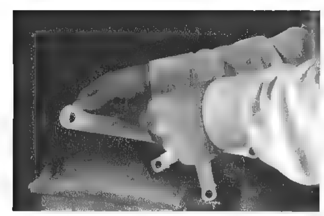
2 Stolze 664 Gramm bringt sie auf die Waage



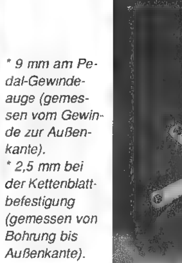
3 Wie großzügig die Kurbel dimensioniert ist, zeigt der Vergleich mit einer alten 105er Kurbel, die bestimmt aus weniger gutem Material besteht



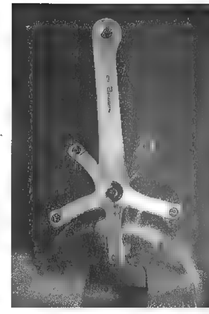
4 Auch am Kurbelstern wurde nicht an Material gespart



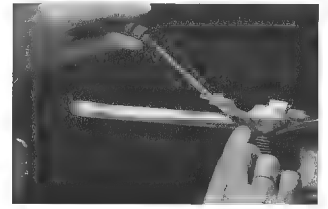
5/6 Befestigt wird die Kurbel auf einer alten Vierkant-Achse. Zuerst korrigieren wir die Konturen. Folgende Minimalwerte dürfen dabei nicht unterschritten werden:



* 9 mm am Pedal-Gewindeauge (gemessen vom Gewinde zur Außenkante).
* 2,5 mm bei der Kettenblattbefestigung (gemessen von Bohrung bis Außenkante).



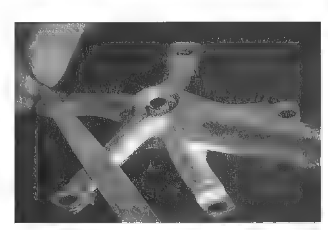




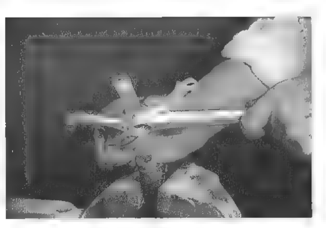
7/8 Wer's extrem angehen will, kann die beiden Kurbelarme noch etwas "freilegen". Sie sind aus schmiede-technischen Gründen eng an den Kurbelarm gelehnt



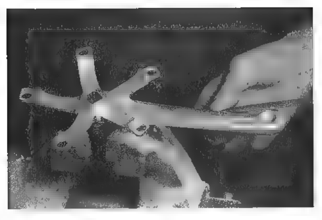
9 Nun bekommt die Kurbel ein tropfenförmiges Profil

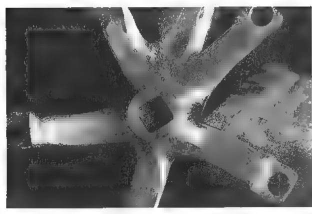


10 Dasselbe geschieht mit den Armen des Kurbelsterns



11 Die Bearbeitung der Rückseite ist einfach, wenn die Kurbel auf einen Kurbelabzieher geschraubt wird



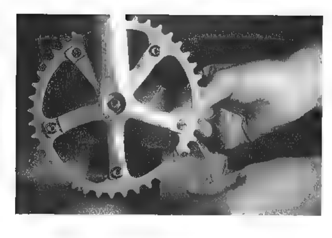


12/13 Auch hier wird der Tropfenquerschnitt erfeilt





14/15 Nacheinander die Kettenblätter aufschrauben und
** glatte Übergänge von Kurbelsternen zum Blatt feilen.*
** das Blatt ausarbeiten und die Kanten brechen*



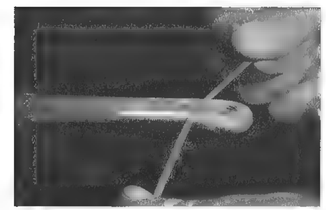
16 Zum Schmirgeln der Blätter reicht 180er Körnung, da Kanten effektiver zu schleifen sind als Flächen

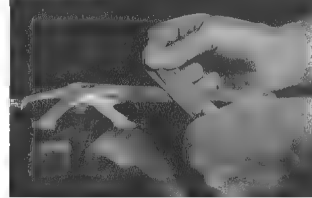


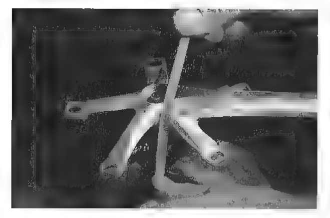
17 Die Gegenkurbel kriegt die gleiche Behandlung. Schön macht sich eine diagonal über die Seitenflächen verlaufende Kante an der schlanken Seite des Tropfen-Querschnittes

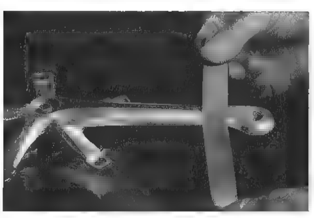


18/19/20 Zum Schmirgeln: breite Streifen für Außenrundungen, schmale für Innen. Wenn Flächen geschmirgelt werden:
Die aufs Schleifpapier gelegte Feile sorgt für besseren Druck

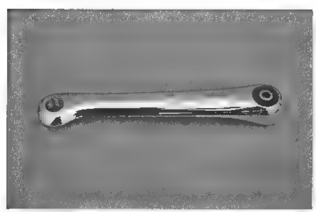


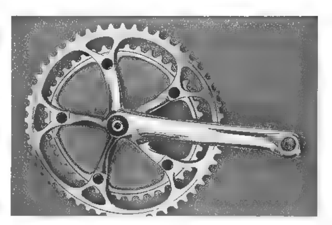


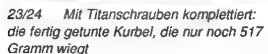




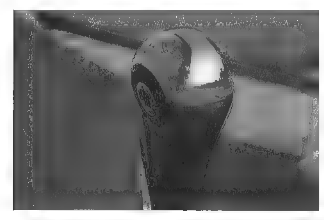
21/22 Beide Flächen sorgfältig mit 400er Schmirgel nacharbeiten. Dann die Schleifrichtung um 90 Grad ändern - so sehen Sie die kleinsten Kratzer. Erst danach polieren



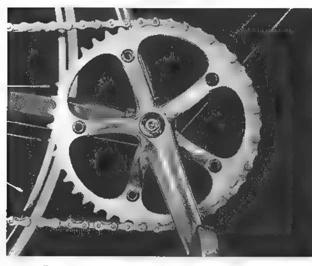




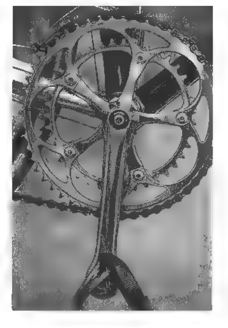
23/24 Mit Titanschrauben komplettiert: die fertig getunte Kurbel, die nur noch 517 Gramm wiegt



25 Das Licht spielt auf der hochglanzpolierten Kurbel



26 Überlegenswert: Bei acht Ritzeln auf dem Hinterrad reicht ein Kettenblatt eigentlich aus



27 Seit acht Jahren fahre ich diese getunte Dura-Ace-Garnitur mit DD-Pedal (Shimano)

PEDALE

Auch fanatische Tuning-Fans können aus diesem Fahrradteil nur karge Ausbeute herausholen. Bereits mit dem Kauf ist das Schicksal so oder so besiegelt. Angesichts dessen, was manche Produzenten auf den Markt bringen, juckt es einen dann aber doch in der Feilenhand. Wegen der vielen Unzulänglichkeiten reizt gerade das Pedal zum Tunen. Das fängt, bei einem Großteil der Treter, bei der verschenkten Höhe an. Überflüssig voluminös ausfallende Lagerungen oder zu hohe Stege heben die Fußauflage bis zu 25 mm über die Mitte der Pedalachse, was lediglich mit einem höher gestellten Sattel auszugleichen ist. Hat der Radler dann an einer roten Ampel gestoppt, bekommt er nur noch mit der äußersten Fußspitze Bodenkontakt - eine unfreiwillige Ballettnummer. Unsicherheiten im Straßengewühl sind vorprogrammiert.

Tuning an Sicherheitspedalen ist nicht lohnenswert. Bisweilen werden sie ihrem Namen einfach nicht gerecht. Die Unfallzahlen jedenfalls schnellten mit der Einführung dieser Teile erschreckend nach oben. Wie kommt's? Die Biker können sich oftmals im Stand nicht aus dem Pedal befreien und fallen schlichtweg um. Während sie früher den einen oder anderen Sturz katzengewandt abrollten, werden sie von diesem Lappalien-Umfaller derart überrascht, daß sie sich viel zu steif fallenlassen und dabei logischerweise verletzen.

Das gibt uns zu der Behauptung Anlaß, daß Pedale mit Haken und Riemen auch weiterhin ihre Daseinsberechtigung haben. Und es macht plausibel, warum wir uns gerade daran austoben wollen.

Ein MTB-Krallie wird zum Super-Rennpedal

Was Sie aus einer "Bärentatze" für Mountain-Bikes machen können, ist kaum zu glauben: ein lupenreines Rennpedal mit optimalem Einstieg (Schlupfstellung). Es fällt so flach aus, daß der Sattel niedriger gestellt werden kann. Unser Tuning-Opfer, das neue ATB-Pedal Deore XT (Shimano) wurde in einem beinahe schon avantgardistischen Stil zurechtgeschneidert. Die Pedalüberhöhung kann drastisch auf ganze 11 mm gedrückt werden (sonst üblich: 18-25 mm). Daneben bietet die untere Schräge des hinteren Pedalsteges eine ungewohnt gute Einstiegsmöglichkeit ins Pedal, weil es beim Antippen leichter nach oben schwenkt und dem Fuß somit fast automatisch Einlaß gewährt. Mit seinen sensationellen 125 Gramm unterbietet es sogar alle Original-Rennpedale. Aufgrund seiner flachen Bauweise beeinträchtigt es auch nicht die Kurvenneigung. Wir entwickeln es also zu einem echten Rennpedal.

Finger weg vom Pedalkörper

Nicht zum ersten Mal und wohl auch nicht zum letzten Mal will ich Ihnen versichern, daß das Befeilen eines Pedalkörpers aus Aluminium eine Prozedur ist, die man sich getrost ersparen kann. Auseinanderbauen -Tunen - Reinigen des Pedalinneren - Einfetten - Zusammenbauen: alles für knapp 10 Gramm. Wirklich kein gutes Geschäft. Stattdessen sollte man vernünftigerweise Aluminium-Pedalhaken in Erwägung ziehen. Sie "klauen" mehr Gewicht als die Feilerei am ohnehin schon sparsam ausgelegten

Pedalkörper. Wir müssen ihn auch deshalb schonen, weil der normalerweise umlaufende Ring (der Steg mit den Zähnen darauf) ja unterbrochen wurde, der Pedalkörper also "mehr zu leisten hat".

Der Fuß, der ans Pedal geschraubt wird

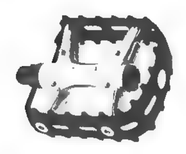
Wenn ein Rennradler mal zu Fuß geht - zum Aufsuchen einer Wirtschaft oder eines Kontrollpunktes - kann man ihm sein Hobby gleich anhören: Unter seinem sonderbaren Schuhwerk befinden sich Metallteile. Auf diesen Pedalplatten läßt es sich in der Regel sehr schlecht gehen. Abgesehen von der Überhöhung der Schuhsohle, die bei jedem Schritt "überschaukelt" werden muß, ist es oft eine arge Rutschpartie. Erschwerend kommt hinzu, daß einige Pedalklammern dermaßen stramm sitzen, daß dem Fuß jegliche Bewegungsfreiheit geraubt wird und Kniebeschwerden auftreten. Davon kann, nebenbei bemerkt, beinahe die gesamte Radlerschaft ein Lied singen. Wehwehchen, die auf das Konto einer zu starren Befestigung des Fußes am Pedal gehen. In dem Fall ist der Radler dazu verdammt, seitliche Bewegungen mit Knie und Fußgelenk auszugleichen.
Wo wir schon beim Thema sind, will ich die Gelegenheit nutzen, auch mal eine Theorie zu tunen. Die Theorie lautet: Der Fuß muß präzise mit der Längsachse des Velos übereinstimmen (fluchten, wie der Techniker sagt). Machen wir die Theorie etwas windschlüpfriger: Diese mathematisch genaue Parallelstellung ist nicht immer die optimale Lösung. Wer beim Gehen die Fußspitzen ein klein wenig nach außen setzt, sollte dies auf dem Velo gleichfalls tun. Die Kniegelenke sind darauf "eingeschliffen" und

quittieren Haltungsabweichungen auf schmerzliche Weise. Genauso verhält es sich, wenn jemand die Fußspitzen nach innen setzt, im Volksmund "über den großen Onkel gehen" genannt. Fazit: Auch beim Kurbeln sollen dann die Fußspitzen leicht nach innen weisen; das sorgt für angenehmeres, beschwerdefreies Fahren.
Doch schweifen wir nicht vom Thema ab, wir wollten ja einen Tip zu den Schuhplatten geben.

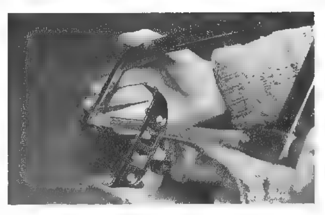
Pedalplatten ohne Krampf

Ganz einfach: Wir fertigen sie aus Hartgummi an. Jenem Material, das wir überall als Schusterbedarf kaufen können (Absatzgummi).
Ein wichtiger Tip noch zum Schluß: Hinterher die Schrauben kräftig festziehen. Sie verschwinden im Material der Platte, und die Schraubenköpfe können sich nicht ablaufen. Auf daß die selbstgefertigte Platte auf keinen Fall verlorengehe!

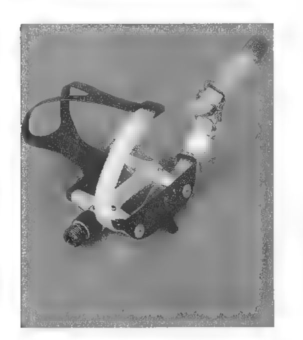
Um das Deore XT-Pedal für vorwiegenden Straßeneinsatz zu tunen, arbeiten wir es in ein ebenso leichtes wie funktionales Renn-Pedal um. Ideal ist dabei der leichte Einstieg durch die schräge hintere Pedalplatte.
(Anleitung nächste Seite)

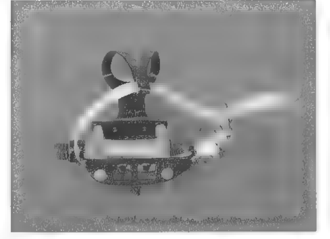


1 Knapp hinter der Pedalriemendurchfuhrung am hinteren Steg und knapp neben den Bohrungen des vorderen Steges zeichnen wir eine Markierung an. Der Außenbogen wird nun abgesägt



2 Absägen der Zähne auf den Stegen und Befeilen der übriggebliebenen Stegreste



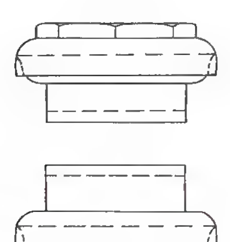


3/4 Die noch verbliebenen Stege werden schwarz lackiert und wieder ans Pedal geschraubt. Gewicht: 125 Gramm pro Pedal

Ohne eigene Drehbank ist das Tunen runder Teile ein Ding der Unmöglichkeit. Es sei denn, ein befreundeter Dreher fühlt sich zuständig.
Während man mit den Stahlsteuersätzen seine liebe Müh und Not hat, eröffnen sich einem bei Leichtbau-Teilen schier ungeahnte Perspektiven. Von diesen Leichtbau-Steuersätzen sind wiederum diejenigen mit Nadellagern die dankbarsten Objekte; und zwar ganz einfach deshalb, weil sie unbegrenzt einsatzfähig sind. Ist es eines Tages so weit, daß der Verschleiß sich bemerkbar macht, braucht man die eingelegten Scheiben und Nadelringe nur kurz auszuwechseln - schon läuft er wieder wie neu. Bei "gekugelten" Steuersätzen hingegen ist nach einem halben Jahr bis spätestens zwei Jahren damit zu rechnen, daß sie eingelaufen sind und sich nur noch hakelnd drehen. Auch hier läßt sich tricksen.

Längere Lebensdauer

Ganz einfach: von Anfang an lose Kugeln statt der Kugelringe einlegen. Hierdurch passen mehr Kugeln in den Steuersatz und die Fahrbahnschläge verteilen sich auf mehr Kontaktpunkte. Eingelaufene Steuersätze lassen sich zudem auf einer Drehbank wieder ausschmirgeln oder mit einem anderen Trick neu vitalisieren: kleinere Kugeln zwischen Lagerschale und Konus legen. Dadurch rücken die Lagerflächen näher zusammen und die Kugeln laufen auf einer noch unbeschädigten Laufbahn.
Als Tuning-Beispiel wurde der A9-Steuersatz von Stronglight und der Primax ausgewählt. Daneben sehen wir anhand eines überarbeiteten "Leichten" von Campa, daß auch bei den Italienern das Äußere noch nicht vollkommen ist.

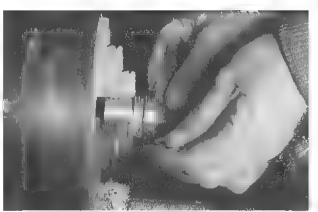


Leichter und optisch reizvoller durch Formveränderung der Steuersatzschalen

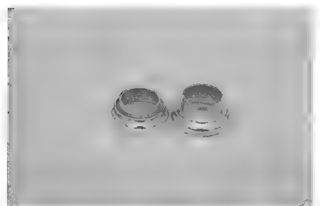
Zum Einspannen der unteren Lagerschale reicht das Drehbankfutter, vorausgesetzt, es wird nicht allzu fest geklemmt.
Für die Gewindeschale und die Kopfmutter nehmen wir ein Stück Gabelschaftrohr. Noch besser ist ein eigens angefertigter Drehadapter mit einem 1x24 Zoll-Gewinde.



1 Noch leichter und gefälliger, als er ohnehin schon ist, wird der A9-Steuersatz von Stranglight, wenn er eine leichte Negativ-Rundung bekommt



2 Auch beim Drehen gilt: je besser und sorgfältiger geschmirgelt wurde, um so schneller geht's beim Polieren. Aber bitte leicht ölen, damit der Schmirgel keine Riefen reißt



3 Die Einstecklängen der Lagerschalen können gekürzt werden



4 Nach der Drehbank-Kur sieht der getunte Steuersatz (links) weit attraktiver aus



5 In eingebautem Zustand ein wahrer Augenschmaus



6 Campas leichter Steuersatz Super-Record wurde durch neue Rundungen und Hochglanz noch schöner

VORBAU UND LENKER

Obwohl man nicht unbedingt an dem Ast sägen sollte, auf dem man sitzt (auf das Velo übertragen: an dem man bisweilen keuchend hängt), sind sogar Vorbau und Lenker ein gutes Tummelfeld für Tunomanen. Wer das prinzipiell ablehnt, sollte einen kritischen Blick auf italienische Vorbauten mit den dort üblichen Gravuren werfen. Skeptikern sei hiermit versichert, daß es weitaus ungefährlicher ist, den Vorbau mit leichten Fasen zu zieren, als dort den Gravierstichel anzusetzen. Die scharfen Einkerbungen, die solche Namens- oder Firmenzeichen mit sich bringen, beeinträchtigen die Haltbarkeit besonders des kerbeempfindlichen Aluminiums. Ähnlich beim Lenker: Wohl keinem Leichtbau-Experten würde es jemals einfallen, Mitteilungen wie "Champion du Monde" in der Lenkermitte zu verewigen. Aber keine Angst, eine Gravur ist noch kein Sargnagel. Der Umstand, daß diese Velo-Teile dennoch standhalten, zeigt, wieviele Festigkeitsreserven hier noch vorhanden sind.
Trotzdem wollen wir nicht gleich leichtsinnig werden und uns lieber vorsichtig an die Lenkorgane herantasten. Sicherheit hat Vorrang - da gibt es nichts.

Der Lenker als Hebel

Wie nicht anders zu erwarten, nun wieder die Bemerkung zum Hebel. Auch beim Vorbau ist die Stelle des längsten Hebelarmes am höchsten belastet; genauer, die Übergangsstelle vom Vorbauschaft zum Steuersatz. Wir sind also wieder mittendrin in der Welt der Fahrrad-Architektur. Weil es bei der Vorbauklemmung ohnehin auf Paßgenauigkeit ankommt, verbietet es sich selbstredend, dort herumzupfuschen. In diesem Zusammenhang sei darauf

hingewiesen, daß der Vorbauschaft durch die ihn in ganzer Länge durchdringende Klemmschraube vorgespannt wird, was sein Reservepotential gegen Bruch erfreulich ansteigen läßt.

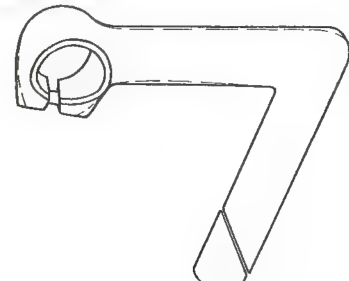
Was taugen die neuen Vorbau-Modelle?

Aktuelle Modetrends versuchen, die gewichtige Klemmschraube leichter zu gestalten, indem sie gekürzt und tiefer in den Vorbauschaft versenkt wird. Abgesehen davon, daß die Schraube infolgedessen nur noch mit einem Spezial-Inbusschlüssel angezogen oder gelöst werden kann, ist diese Bauweise Unsinn: Sie verhindert, daß der Vorbauschaftes in seinem gefährdeten oberen Abschnitt vorgespannt wird. Diese Lösung ist unelegant und geht eindeutig zu Lasten der Sicherheit. Greifen Sie deshalb getrost auf die altbewährten Vorbauten mit langer Klemmschraube zurück.

Problempunkte am Vorbau

Es gibt noch einen zweiten neuralgischen Punkt am Vorbau. Die Rede ist von der Klemmung mittels Spreizkonus. Beim Anziehen der Klemmschraube zieht sich der Konus in den geschlitzten Teil des Vorbauschaftes, wodurch der

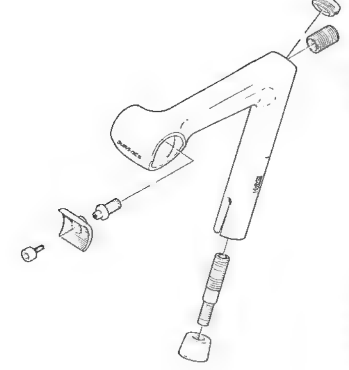
sich ringförmig weitet und ein ebenso ringförmiger, kleiner Kontaktbereich zwischen Vorbauschaft und Gabelschaftrohr zustandekommt. Die Flächenpressung kann dabei derart hoch werden, daß das Gabelschaftrohr sich plastisch verformt. Drückt es genau am Gewindeauslauf, besteht unter Umständen sogar Bruchgefahr. Der sogenannte Schrägkonus ist darum die einzige ernstzunehmende Lösung. Er ist sicherer und leichter herzustellen. Er sorgt großflächig für den klemmenden Kontakt zwischen Vorbau und Gabelschaft. Ganz zu schweigen von seinem Vorzug, nach dem Lockern der Klemmschraube die Verbindung anstandslos freizugeben, während der Spreizkonus nur mit roher Gewalt (gezielter Hammerschlag auf die Klemmschraube) zu überzeugen ist.
Statische Bedenken müssen bezüglich des Übergangs im Vorbauknick angemeldet werden. Wie schon des öfteren gilt auch hier das Sprichwort "Vorsicht ist die Mutter der Porzellankiste". Sanfte Rundungen und Fasen sind gerade noch erlaubt.



Hier darf Material abgetragen werden: Sanft angefeilte Flächen sind für den Vorbau ungefährlich

Wie wird der Lenker am besten befestigt?

Nach vorne, Richtung Lenkerauge, kann dem Material schon großzügiger zu Leibe gerückt werden, da sich die Hebellänge verkürzt.
Rätselhaft undurchdacht erscheinen mir die modischen Novitäten des Lenkerauges. Wie kommt man nur darauf, dort einen Keil gegen den Lenker zu pressen in der Absicht, auf diese Weise beide Teile zu verklemmen (so bei Cinelli und Shimano). Jetzt wird es nämlich Aufgabe des Lenkerauges, den Druck zu ertragen, was natürlich bedeutet, daß es dafür entsprechend dick ausgelegt sein muß. Wem das Dicke-Augen-Syndrom schon nicht paßt, der fühlt sich beim harten Wiegetritt endgültig verschaukelt: Der Lenker beginnt, auf dem klemmenden Keil unerfreulich zu schaukeln. Früher oder später resultiert das in nervigen Quietschgeräuschen. Übrigens ist diese Vorbauklemmung auch konstruktiv nachteilig - damit der Lenker nicht eingebeult werden kann, muß er mit einer unnötig volumigen Manschette (Cinelli) gepanzert werden.

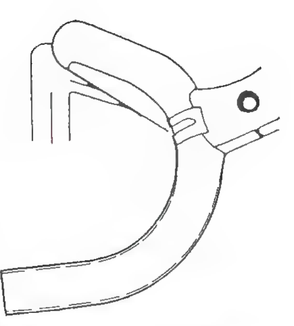


Dieser in statischer Hinsicht unglückliche Shimano-Vorbau mit versenkter Schraube und Keilklemmung für Lenker hält nur, weil das Material erstklassig ist

Die konservative Schlitzklemmung fixiert den Lenker besser. Beim harten Wiegetritt kann er sich großflächig hinten im Vorbauauge anlegen, wobei weder ein Eindellen noch ein Schaukeln zu befürchten ist. Während diese Auflagefläche seitlich nicht wesentlich verringert werden sollte, kann dem Auge nach vorne hin ruhig eine schlankere Figur verpaßt werden: Es ist lediglich für die Übertragung der Zugkräfte der Lenkerklemm-Schraube zuständig. An der Stelle, an der das Muttergewinde der Lenkerklemm-Schraube im Vorbau plaziert ist, besteht wieder eine Materialschwächung. Deshalb muß hier behutsam gearbeitet werden. Ein altes Lenkerstück oder ein ausreichend dickes Rundmaterial (26,4 oder 26,0 mm Durchmesser, je nach Vorbautyp) dienen als Klemm-Apparatur für den Vorbau.

Kürzen des Lenkers

Erste Stufe des Rennlenker-Tunings ist das Kürzen der Lenkerenden. Beurteilen Sie vorab den Zustand Ihres Lenkerbandes. Sehen die Lenkerenden noch relativ unbenutzt aus, der Bereich des Lenkerbogens hingegen auffallend abgegriffen? Meistens ist das der Fall, und dann kann das Lenkerende um 2 bis 4 cm gekappt werden. Der Vorteil besteht darin, beim Wiegetritt fortan mit den Oberschenkeln nicht mehr an die Lenkerenden zu stoßen.



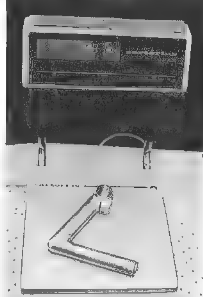
Zwischen Bremsgriff-Bandagen und Lenkerende kann die Wandstärke reduziert werden: Hier ist der Hebelarm noch kurz

Dünnen des Lenkerbügels

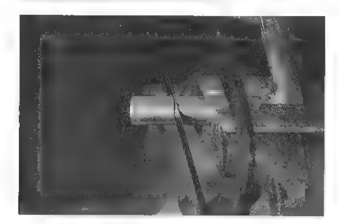
Als nächster Schritt könnten die Lenkerenden dünner gefeilt werden, denn hier greifen die Hände zuerst zu, hier ist der Ausgangspunkt der Hebelkräfte, hier hält sich die Belastung noch in Grenzen. Immerhin wird das Gewicht durch diese wahrhaft schweißtreibenden Bemühungen um gute 80 Gramm dezimiert. Und was auch nicht gerade unter den Tisch gekehrt werden sollte: Die Lenkerenden puffern - da nun dünner und elastischer - harte Fahrbahnschläge besser ab. Das gilt vor allem, wenn "tiefer Lenker" gefahren wird.
Haben wir den Lenker dünner gemacht, gehört eine zusätzliche Lage Lenkerband darauf. Sie bringt dieselbe Griffigkeit wie beim unbehandelten Lenker, aber eine noch bessere Dämpfung.



1 Wenn das kerbempfindliche Aluminium selbst Schwächungen durch Gravuren verträgt, schadet ein leichtes Abfeilen oder Anfasen weit weniger



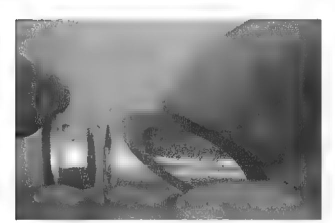
2 Fast 300 Gramm bringt dieser ITM-Vorbau auf die Waage



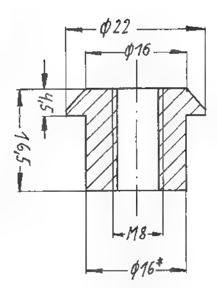
3 Wer seinen Vorbau tiefer als 6 cm inklusive Schrägkonus im Gabelschaftrohr versenkt, kann ihn ohne weiters kürzen



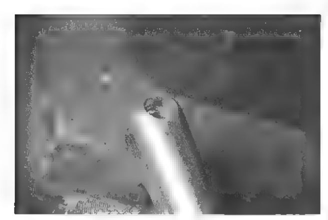
4/5 Statt der mangelhaften Klemmung mit dem üblichen Spreizkonus lohnt sich die Umstellung auf einen Schrägkonus.



Sägen Sie den Vorbauschaft schräg ab und verarbeiten Sie das "Abfallstück" gleich zum Konus. Dazu wird nach nebenstehender Zeichnung eine Mutter hergestellt



* je nach Innendurchmesser Vorbau



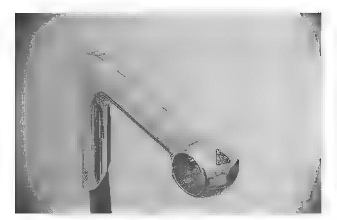
6 Natürlich fertigen wir eine Klemmschraube aus Alu. Bitte daran denken, daß der Sechskant in Aluminium etwas tiefer eingeschlagen werden muß. Dazu ist wiederum eine längere Schrauben-Kopfhöhe nötig. Und damit die auch sauber in den Vorbau paßt, sollte das Senkloch im Vorbau 2 mm tiefer werden. Das Anfasen der Senkloches erlaubt dann einen weicheren Übergang vom Schraubenkopf zum Schraubenschaft



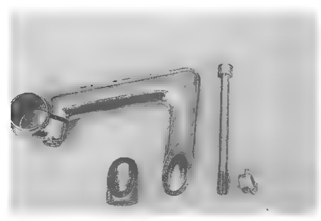
7 Um das Lenkerbefestigungsauge herum, das nur auf Zug beansprucht wird, kann etwas Material abgefeilt werden

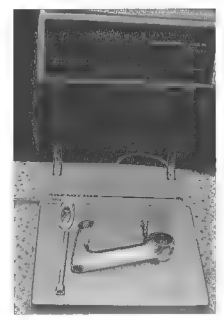


8 Die Seitenflanken werden zum Lenkerbefestigungsauge hin leicht angeschrägt



9 Nach dem Schmirgeln und Polieren: ein vollkommen neuer Vorbau





10/11 Der Vorbau mit seinen Einzelteilen ist rund 75 Gramm leichter geworden und belastungsfähiger als der gravierte Kollege (Bild 1)

Bestimmt haben Sie bei dem Wort Sattel-Tuning erstmal die Augen verdreht. Ganz ohne Grund, denn hier gibt es erstaunliche Vorteile zu erzielen: beträchtliche Gewichtsreduzierung und eine deutliche Funktionsverbesserung. Letzteres stößt vor allem bei Langstreckenradlern auf Begeisterung.

Leder schwingt, Polster reibt

Durch Polsterung oder eine Schicht Silikon-Gel sind viele Sättel heute schon recht komfortabel und passen sich der individuellen "Hintern-Geometrie" an. Für Kurzstrecken reicht das vollkommen aus und übertrifft bisweilen sogar den Ledersattel. Nicht so bei langen Fahrten. Hier reibt man sich an einem weich gepolsterten Sattel wund. Die Ursache liegt darin, daß sich die gepolsterte Satteloberfläche ganz den Konturen des Allerwertesten anpaßt. Durch die Tretbewegung kommt es zu einer permanenten Reibung. Beim guten alten Ledersattel gleichen sich beide "Paßteile" aneinander an. Das heißt, die Satteldecke wie auch der Hintern verformen sich ein wenig. Kommen die unvermeidlichen Fahrstöße, geben die zwei noch etwas mehr nach. Die Federung wird durch das Sattelgestell und die wie eine Hängematte darüber gespannte Satteldecke zusätzlich unterstützt. Damit wäre das Geheimnis des Ledersattels beinahe schon gelüftet, bliebe nur noch auf die eventuell bessere Belüftung der Druckzonen hinzuweisen.

Mit dem Kunststoffsattel den Ledersattel kopieren

Beim Sattel-Tuning geht es darum, die Anpassungsfähigkeit und Federung des Ledersattels auf den Kunststoffsattel zu übertragen. Dazu wird zunächst die Satteldecke abgehoben und die Polsterung entfernt. Am blanken Kunststoff werden dann vor allem die Auflageflächen für die Sitzknochen dünner geschliffen. In Bezug auf die Haltbarkeit ist anzumerken, daß von der Satteldecke lediglich die Fahrerbelastung getragen werden muß. Das geht ohne Probleme, selbst wenn sich der Druck beim "Durchreiten" eines Schlaglochs verdreifachen sollte. Da der Sattel im hinteren Sitzbereich breiter ausgeführt ist, steht dort dementsprechend mehr Material zur Stoß-



Weil der Sattel hinten mehr Fläche hat, kann man den Kunststoff dort zur Hälfte abtragen. Viel Arbeit, aber mehr Sitzkomfort

dämpfung zur Verfügung als an der schlanken Sattelspitze. Darum dürfen Sie im hinteren Sattelbereich ohne Skrupel kräftig "wegnehmen".

Zum Einspannen des Sattels genügt eine alte Sattelstütze oder sogar eine Sattelkerze mit Kloben vom Billig-Rad. Für den Anfang empfiehlt sich Schmirgel der Körnung 40. Ratsam ist es auch, öfter neues Sandpapier zu benutzen. Wer mit der Power-Feile umzugehen weiß, erleichtert sich die Arbeit erheblich. Sie benötigen zwar keinen Feuerlöscher - aber achten Sie darauf, daß im Eifer des

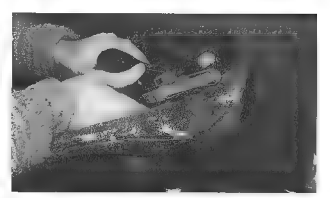
mehr oder weniger unkontrollierten Materialabtrags der Kunststoff nicht zu sehr schmilzt. Legen Sie ab und zu ein Päuschen ein oder kühlen Sie den Sattel mit Wasser.

Wir führen einen getunten Turbosattel vor. Daneben ist noch ein Geierschnabel-Sattel zu sehen, der sich übrigens ringsum kürzen läßt und dadurch recht grazil wirkt. Nach dem Tuning wird die Sattelstütze ein bißchen weiter herausgezogen, da ja die Polsterung entfernt wurde und die dünner-geschmirgelte Satteldecke etwas mehr einfedert. Auf dem abgebildeten Geierschnabelsattel legte ich in sechs Tagen 1.500 Kilometer zurück, ohne auch nur eine einzige Druckstelle an meinen vier Buchstaben beklagen zu müssen.

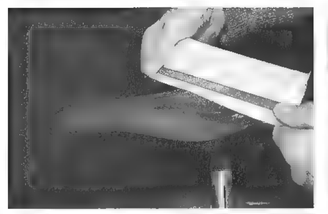
Sattel für unbegrenzte Komfort-Kilometer - *Anleitungen*



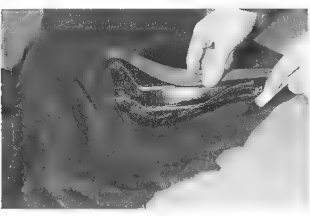
1 Der Sattel wird "gehäutet"



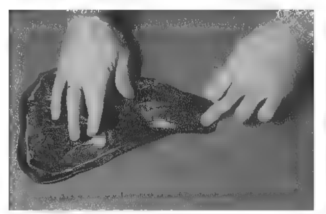
2 Die Sitzfläche auf die Hälfte der usprünglichen Stärke herunterschleifen. Das geht am einfachsten, wenn man erst mehrere Flächen schmirgelt (Körnung 40) und sie anschließend rundet. Wer genügend "Gefühl" entwickelt hat, kann sich diese Arbeit mit einer Power-Feile erleichtern. An der Sattelspitze (hinter der Gestellhalterung) ist auch noch abtragbares Material



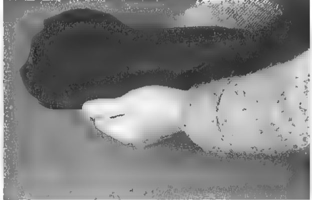
3 Nacharbeiten mit 80er Schmirgel, welches auf eine Feile gelegt wird. So erzeugen Sie mehr Druck - es geht schneller



4 Dünnes Leder (aus Bastel- oder Handarbeitsgeschäften) eignet sich hervorragend als Satteldecke. Zunächst den Umriß mit genügend Rand aufzeichnen und dann ausschneiden



5 Sattel und Leder mit Kontakt-Kleber einstreichen und gut fünf Minuten antrocknen (ablüften) lassen



6 Zielen und ziehen: zuerst das Leder am Sattelende, dann an der Sattelspitze andrük-ken. Jetzt stramm die Seiten herunterziehen und das Leder rundum andrücken



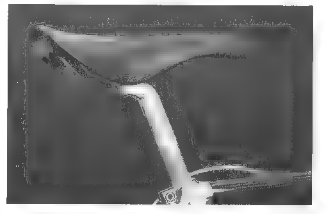
7 Vom Überstand lassen wir ringsum nur etwa 8 mm stehen



8 Die Kanten der Sattelunterseite mit Kleber bestreichen, ablüften lassen - umschlagen und andrücken. Die zwei an der Sattelspitze entstandenen Zipfel abschneiden; die Kanten mit dem Griff eines Schraubenziehers festdrücken



9 Die neue Form: 265 Gramm leichter und dennoch bequem



10 Ein fertig getunter Geierschnabel, der trotz Stahlgestell nur 240 Gramm wiegt und mit Alugestell auf 150 Gramm käme

SATTELSTÜTZE



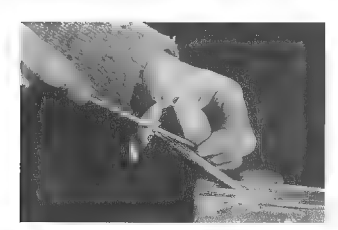
Ach ja, das waren noch Zeiten... In der Vergangenheit konnte man die Sattelstützen noch befeilen und dabei wunderschöne, leichte Tropfenprofile entstehen lassen. Mittlerweile haben sich einige Hersteller, beispielsweise Campagnolo, in unsere Domäne eingeschlichen. Sie haben sich dieser Veredelungs-Möglichkeit bemächtigt und ihr Angebot durch Sattelstützen erweitert, deren Formen ähnlich anmutig aussehen. Glücklicherweise ist gerade Campa recht großzügig mit der Wandstärke verfahren und hat somit indirekt eingeräumt, daß die netten Tuner doch noch ein klein wenig nachbessern können. Gewichtsersparnis ist möglich durch Aufbohren von innen. Oder einfacher, durch den Kauf einer Sattelstütze mit größerem Durchmesser. Sie kann dann dünner gedreht werden.

Wenn Sie Ihre Optimaleinstellung herausgefunden haben, können Sie durchaus noch schöpferische Fähigkeiten an der Sattelstütze ausleben. Besonders ansprechend wirkt dieses Teil nämlich, wenn es wie aus einem Guß erscheint. Direkt an den Klemmeinrichtungen der Stütze sind Veränderungen allerdings nur in sehr beschränktem Umfang möglich. Die Stahlschraube zur Sattelklemmung sollte von vornherein im Urzustand belassen werden. Sie darf jedoch in der Mitte ausgedünnt und auf die nötige Länge gekürzt werden - Gewindeüberstände sind schließlich totes Material (wer will sich schon durch überflüssige fünf Gramm kaputtmachen?).

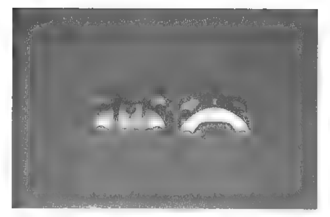
Oberhalb der Einspannstelle kann die Sattelstütze je nach verbleibender Wandstärke (mit Prüflehre ertasten!) noch schlanker und schöner werden

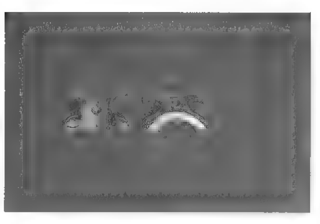
Wer auf eine besonders leichte Sattelstütze Wert legt, kann eine Patentstütze absägen und anschließend in ein passendes Rohr aus Aluminium (auch Stahl oder Titan) einkleben. Bei Moutain Bikern ist dieses Verfahren schon lange üblich. Zur Bearbeitung: Wird die Stütze im Sattelbereich eingespannt, reichen Aluminium-Schutzbacken im Schraubstock aus. Sicherer und materialschonender ist es, die Stütze über ein entsprechend dickes Rundmaterial aufzustecken. Auf diese Weise bleibt rundum genügend Ellenbogenfreiheit zum Werkeln.

Sattelstütze für den Windkanal - *Anleitungen*



1 An einigen Stellen der Sattelhalterung ist reichlich Material vorhanden, während woanders dünne Passagen samt Kerben auszumachen sind. Daher kann man die Halter ringsum bis auf Niveau jener Dünnstellen herunterfeilen



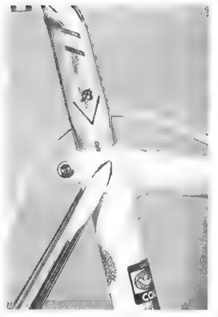


2/3 Vorher/Nachher: Polierglanz und 15 Gramm leichter





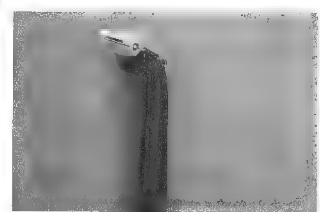
4/5 Statt einer Titan-Schraube (geringere Dauerfestigkeit) nehmen wir das Original und specken davon fast die Hälfte ab:
a. 5 mm vom Gewinde absägen
b. unteren Teil des Schraubenkopfes auf einer Länge von 2,5 mm auf den Schaftdurchmesser reduzieren
c. im Mittelteil nur etwa zehn Gewindegänge stehenlassen, den Rest auf Kerndurchmesser abdrehen



6 Da Sattelstützen trotz Gravuren halten, darf am Schaft auch gefeilt werden. Wir können die Stütze bis auf 5 cm Einstecklänge kürzen. Zum besseren Kraftfluß zum Sattelrohr hin wird die Stütze am unteren Ende bis auf einen 1 mm starken Rand innen angeschrägt



7 Nur noch 110 Gramm wiegt diese für Leichtgewichte getunte Laprade-Sattelstütze, die seit 10 Jahren hält



8 Durch die Lackierung dieser ehemals runden Sattelstütze kommt Chic ans Velo

LAUFRÄDER

In diesem Bereich können wir zwar eine Menge leisten, aber nicht allzuviel davon in der Werkstatt. Die größte Wirkung erzielen wir mit dem "Kauf-Tuning", das heißt der gezielten Auswahl spezieller Felgen und Reifen. Dazu sind einige Vorüberlegungen unumgänglich.

Schlauch- oder Drahtreifen?

Die Laufräder genießen eine Sonderstellung im Verbund der Veloteile. Denn während alles andere durch den Radler linear beschleunigt wird, müssen sie zusätzlich noch auf höhere Drehzahlen gebracht werden. Das hat einen immensen Energieverbrauch zur Folge - man spürt es in den Beinen. Besonders hemmend wirken sich die Massen außen am Radumfang aus, weil sie die größte Drehgeschwindigkeit erzielen. Wenn Sie nach den richtigen Reifen und Felgen Ausschau halten, sollten Sie deshalb eine Federwaage mitnehmen: Hier ist unbedingt einem leichten Material den Vorzug geben.
In Anbetracht dessen sammelt der Schlauchreifen erhebliche Pluspunkte. In Verbindung mit einer leichteren Felge schneidet er pro Laufrad-Satz um immerhin 500 Gramm günstiger ab als sein Widersacher, der Drahtreifen. Hinzukommt, daß ein leichterer Reifen auch problemloser rollt, weil weniger Gummi beziehungsweise Karkassenmaterial walkt. Ja, selbst der im Reifen eingenähte Schlauch ist in der Regel dünner und rollfreudiger.

Reifenmaterial

Rollversuche der Reifenproduzenten ergaben außerdem, daß sich Karkassen aus Nylon verlustärmer dahinbewegen als solche aus Baumwolle. Seiden- und Kevlarreifen rollen zwar noch eine Spur leichter, laufen andererseits aber härter. In dem Fall bleibt, will man nicht fürchterlich durchgerüttelt werden, nur die Möglichkeit, mit weniger Luftdruck zu radeln. Und das wiederum wäre dem Leichtlauf ein Hindernis.

Kastenform oder Tropfenprofil?

Es geht also darum, die Masse des verwendeten Materials mit der Steifigkeit der Felgen in Einklang zu bringen. Beim Vergleich der beiden Felgentypen kommt man zwangsläufig zu dem Ergebnis, daß den Schlauchreifen-Felgen der oberste Platz auf dem Siegerpodest gebührt.



Leichte und flache Felgen verbessern die vertikale Federung des Laufrades. Das fördert Fahrkomfort und Leichtlauf des ganzen Velos

Werfen wir einen Blick auf den Felgen-Querschnitt. Während die altbewährte Kastenform seitlich steifer ist, kann sich die schöne, tropfenförmige Felgen-Ausführung einer größeren Verdrehsteifigkeit rühmen. Dieser Widerstand gegen Torsionswirkungen bietet eine gewisse Garantie für schlagfreien Lauf. Doch einen Nachteil gibt es auch: Weil die aerodynamisch geformte Felge nicht nur seitensteifer, sondern auch vertikal härter ausfällt als die Kastenfelge, verschenkt sie Elastizität und Leichtlauf.

Auch Speichen haben ihre Theorie ...

Komp.iziert, nicht wahr? Deshalb ist es ein Unding, ohne gründliches Abwägen einfach die leichtesten Felgen einzubauen. Wie die nachstehende Tabelle darlegt, besteht ein gewisser Zusammenhang zwischen Körper- und Felgengewicht. Die Speichenzahl ist dabei ebenfalls zu berücksichtigen. Jedem dürfte klar sein, daß eine Felge um so besser gehalten wird und zentriert werden kann, je mehr Speichen im Laufrad mitkreiseln und je dichter sie zusammensitzen. Andererseits zersäbeln die Speichen die Luft und beschwören damit einen nicht zu unterschätzenden Windwiderstand herauf. Dieser Sachverhalt wird deutlicher, wenn man den Umlauf der Speichen im Laufrad mitverfolgt. Das Laufrad rutscht schließlich nicht über die Fahrbahn, es rollt ab. Daher steht es für einen seitlich plazierten Betrachter selbst bei Tempo 40 im Auflagebereich (wo der Reifen in diesem Moment die Straße berührt) still. Oben, im Gebiet der Felgenbremsen, hat das vorwärts rotierende Laufrad die doppelte Fahrgeschwindigkeit (Velo bewegt sich nach vorn, Laufrad dreht auch nach vorn). Da kostet es allerhand Leistung, den Windwi-

derstand zu überwinden: Sie steigt in der dritten Potenz mit der Geschwindigkeit. So müssen die Speichen nahe der Felgen die achtfache Leistung der restlichen Zweiradteile erbringen. Deshalb ist es für den Pedalisten spürbar, ob lediglich 28 oder aber die üblichen 36 Speichen die Luft durchwirbeln. Diese physikalische Tatsache erklärt auch das Geheimnis der zehnprozentigen "Wind-Nachlässe", die ein Scheibenrad dem Biker einbringt. Doch darüber später mehr. Jeder Radler, der seinen Energieverbrauch im Blick hat, wird seine Speichenzahl weitestgehend reduzieren wollen. Eine Tendenz, die aber erst in Verbindung mit dem entsprechenden Felgengewicht logisch wird. Die Tabelle kann diesen Fakt untermauern.

Fahrergewicht (in kg)	Vorderrad		Hinterrad	
	Speichenzahl	Felgengewicht (in Gramm)	Speichenzahl	Felgengewicht (in Gramm)
90	32	35o	36	4oo
8o	32	3oo	32	4oo
7o	28	300	32	3oo
6o	24	300	28	300
5o	24	2oo	28	2oo

Nachgeben spart Energie

In einem Nebensatz wies ich kurz auf das elastische Verhalten der Laufräder hin. Ist ein Radler auf der Straße unterwegs, muß er kleinere Fahrbahn-Unebenheiten in Kauf nehmen. Nehmen wir das Überrollen einer Kante mal genauer unter die Lupe: Hier ist leicht zu erkennen, daß es den Radler mitsamt dem Velo anhebt. Solche Hubarbeit verlangt Energie, welche der Vorwärtsbewegung (der kinetischen Energie) abgezwackt wird. Je mehr nun Reifen, Felgen und Speichen nachgeben (das gilt

selbstverständlich auch für alle übrigen Veloteile sowie den Reiter höchstpersönlich), desto langsamer müssen Roß und Reiter angehoben werden und desto weniger Energie schluckt die Überquerung der Kante. Nach dem Reifen sollte demzufolge auch das System Felge/Speiche eine gewisse Nachgiebigkeit besitzen. Das wird am ehesten durch möglichst flache Felgen und dünne Speichen erreicht.

Mit der Elastizität hätten wir einen weiteren Gesichtspunkt, der die Schlauchreifen-Felge günstiger abschneiden läßt als die für Drahtreifen. Letztere hat durch die stabilisierenden Felgenhörner weniger Chancen, vertikal zu federn.

Die Speichen mit den Keulen-Enden

Nehmen Sie die eben gewonnenen Erkenntnisse ernst, werden Sie bestimmt mit dünnen Speichen liebäugeln. Aber - sind die nicht bruchgefährdet? Ja, jedoch vorrangig im Bogen und dann im Gewinde. Jeder Power-Treter hat schon erlebt, wie die glatten Standardspeichen auf diese Belastung reagieren. Sie sind starr und ermüden bei den permanent wechselnden Belastungen im Laufrad ziemlich schnell. Das Resultat ist ein ungern vernommenes "Pling". Und dann die Fummelarbeit, eine neue Speiche einzuziehen... Zum Glück gibt es eine Speichenform, die das berücksichtigt: die sogenannten DD-(Doppel-Dickend)-Speichen. Sie sind den glatt durchgehenden Normalspeichen vorzuziehen, weil sie länger halten. Im Prinzip ist die DD-Speiche nichts anderes als eine Dehnschraube (siehe Kapitel "Bau leicht, damit es hält").

Für Zeitfahr-Einlagen kann ohne weiteres an 1,8/1,4 DD-Speichen gedacht werden. Sie sind leider äußerst schwierig zu besorgen, werden aber meines Wissens von der Firma Prym angeboten. Natürlich bringen diese Speichen weniger Gewicht auf die Waage als durchgehende 2 mm-Speichen: eine Ersparnis von satten 100 Gramm bei einem 36-Speichenrad! Eine Alternative ist in den 2 mm/1,6 mm DD-Speichen zu sehen. Sie können mühelos größere Antrittskräfte verdauen und haben hierin gegenüber den 1,8 mm DD-Speichen die Nase vorn. Für einen Amateur ein ausschlaggebendes Kriterium hinsichtlich Sieg oder Niederlage.

Radialspeichung

Aus dem aerodynamischen Blickwinkel betrachtet sind radial eingespeichte Laufräder vorteilhafter als die kreuzweise eingespeichten. Mit dem Speichenbogen nach außen bewirkt man die größtmögliche Seitensteifigkeit eines Laufrades. Zeigen die Bögen dagegen zum Nabeninne-

Die abgebildeten 1,8 DD-Speichen sind rund 120 Gramm leichter als die 2 mm starken, glatt durchgehenden. Außerdem bringen sie mehr vertikale Elastizität

ren, wird der Speichenflanken-Winkel geringer, was aerodynamische Pluspunkte gibt, aber Seitensteifigkeit verschenkt. Im Hinterrad sollten lediglich die Speichen auf der Zahnkranzseite gekreuzt werden, damit sie den Kettenzug optimal aufnehmen können. Wird "radikal radial" eingespeicht, drehen sich die Speichen im Nabenflansch, und das ist auf Dauer defektträchtig. Die rechte Seite am Hinterrad und das Vorderrad können hingegen ganz nach Belieben eingespeicht werden. In jedem Fall sollten es die dünnen DD-Speichen sein. Und keinesfalls zu stramm spannen, da die Nabenflansche ursprünglich nicht für die Radialspechung konzipiert wurden. Aus Sicherheitsgründen die Speichenflansche regelmäßig wachsen, damit sie nicht eines Tages, von der Korngrenzen-Korrosion angefressen, ausreißen.

Aerodynamisch noch fruchtbarer sind die sogenannten Messerspeichen. Der Speichentüftler Rödel aus Nürnberg unterzieht seine Speichen obendrein einer Politur mit dem schlauen Hintergedanken, ein Optimum an Windschnittigkeit herauszuholen.

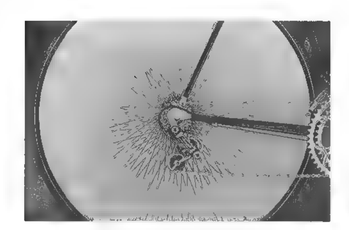
Die gewellten Speichen des Nürnberger Speichenveredlers Rödel

Kaum zu glauben, aber es gibt hier sogar noch eine Steigerung: Die französische Firma Roval produziert in Verbindung mit einer allerdings extrem steifen Felge Laufräder, deren Speichenzahl auf ein Minimum beschränkt ist. 80 Kilogramm schwere Amateure bestreiten mit Roval-Rädern Rennen. Und zwar mit 20 Speichen im Vorderrad und gerade 24 Speichen hinten! Doch ganz ohne kleine Hilfen kommt auch dieser Hersteller nicht aus: Zunächst werden im Hinterrad auf der Zahnkranzseite 16 Speichen eingezogen, damit der Kettenzug und die seitlichen Belastungen beim Wiegetritt einigermaßen geschluckt werden können. Auf der Gegenseite befindet sich demnach nur noch die verschwindend kleine Anzahl von acht Speichen. Funktioniert das überhaupt? Ja, weil der Speichenwinkel hier flacher ist, weshalb die Seitenkräfte besser aufgenommen werden können.
Im Zuge einer Nachprüfung würde man feststellen, daß bei diesem Laufradsystem beide Speichenseiten die gleiche Spannung aufweisen. Damit die Speichen mit den insgesamt etwas anwachsenden Kräften fertigwerden, dachte sich Roval folgendes aus: Die Speichen sind praktisch bogenlos (erinnern wir uns - das war die Schwachstelle der Speichen schlechthin). Stattdessen weisen sie ein hammerförmiges Ende auf und werden damit in die Nabe einghängt.
Ist dieses wirklich klug ausgetüftelte Laufradsystem auch der Spitzenreiter unter den Innovationen, will ich Ihnen doch einen Nachteil nicht verschweigen: Vertikal sind die radial gespeichten Laufräder beinhart. Ihr technischer Vorsprung kann deswegen nur auf aalglattem Asphalt oder auf der Rennbahn ausgereizt werden. Auf holpriger Fahrbahn bleiben elastische Laufräder die Gewinner.

Scheibenräder

Noch einmal ins Gedächtnis gerufen: Scheibenräder liefern im aerodynamischen Sinne bessere Daten. Speziell in den letzten Jahren wurde auf diesem Gebiet eine Menge vollbracht. Der italienische Nobelteile-Hersteller Campagnolo läutete mit den "fahrdynamischen Scheibenrädern" eine neue Ära der Kunststoffräder ein. Statt wie üblich Felge und Nabe mit Schaum oder Waben und dem stabilisierenden, darüber laminierten Carbongewebe zu versehen, verband man Felge und Nabe mit stramm gespannten Kevlarstreifen. Ergebnis: Ein Fahrverhalten, welches sich dem des Speichenrades annähert. Die Radler konnten wieder mehr Luft in die Reifen pumpen. Die ersten Scheibenräder liefen nämlich dermaßen holprig, daß der Luftdruck herabgesetzt werden mußte. Andernfalls hüpfte das Velo auf welliger Fahrbahn in den Kurven wie ein Känguruh.

Das zur Zeit optimale Scheibenrad wiegt ganze 700 Gramm und kann sich auch sehen lassen



Die Anbieter der Unitek-Scheibenräder fühlten sich zu noch weitergehenden Aktionen beflügelt. Sie spannen Felge und Nabe mit einzelnen Carbonfäden ab, die dann mit einer leichten Schaumfolie bedeckt werden. So sind sie geschützt, zerfusseln nicht und bewahren den aerodynamischen Vorteil. Was das fahrdynamische Verhalten angeht, ist kaum noch ein Unterschied zu den normalen Laufrädern auszumachen - Ergebnis der eben beschriebenen Abspannungstechnik. Vor allem hat man mal wieder zwei Fliegen mit einer Klappe geschlagen und neben der aerodynamischen Optimierung dieser Scheibenräder noch ein sagenhaftes Leichtgewicht geschaffen. Vom technischen Standpunkt her ist dies obendrein die werkgerechteste, sinnvollste Anwendung von Carbonfasern.

Sogenannte Speichenverkleidungen trotzen dem Fahrtwind beinahe genau so viel "Erleichterung" ab wie Original-Scheibenräder. Bislang im Gegensatz zu Scheibenrädern von der UCI geächtet, scheint ihre Zulassung jetzt bevorzustehen. Abgesehen von dem nicht unwesentlichen Preisvorteil bewahren verkleidete Laufräder weiterhin die elastischen Eigenschaften der Speichenräder.



*Speichenabdeckungen bringen aerodynamische Vorteile beim Kampf gegen den Wind.
Zu empfehlen die Uni-Disk-Verkleidung, die leicht ist und nicht bollert.
Bezug: Firma Klieber, Tacherting*

Bei Uni-Disk-Verkleidungen wird ein Nylontuch über die Speichen gespannt. Gehalten wird es von einem Ring, der mittels Klammern an den Speichen-Nippeln fixiert wird. Diese Scheiben zeichnen sich durch einen äußerst geräuscharmen Lauf aus.

Leichtlaufende Kugellager

Die meisten Radler streben nach leichtlaufenden Naben. In der Energiebilanz des Velos kommt diese Leichtgängigkeit jedoch kaum zum Tragen. Das rührt daher, daß die Kugeln nahe der Achse rollen. Das heißt, die Reibarbeit findet innerhalb eines Radius von rund 7 mm statt und ist darüberhinaus noch durch den Radradius von rund 360 mm zu teilen. Selbst ein Extremvergleich zwischen einer billigen, schwerlaufenden Nabe und einer superleicht laufenden, ölgeschmierten Campa-Nabe beweist, daß erstere nicht mal ein Prozent zusätzliche Reibarbeit erfordert.

Energiebilanz

Vielleicht wird diese technische Abhandlung anhand eines Beispiels verständlicher. Ausgangspunkt ist der Kraftaufwand eines Radlers bei Tempo 40 auf der Ebene. Die komplette Lagerreibung (Naben, Pedale und Tretlager) macht einen Bruchteil (4 bis 5 Watt) der mit 400 Watt zu Buche schlagenden Tretleistung aus. Die Kette fackelt weitere 6 bis 8 Watt ab, je nach Art und Pflegezustand. Die Rollreibung der Reifen mit 60 bis 90 Watt stellt dann

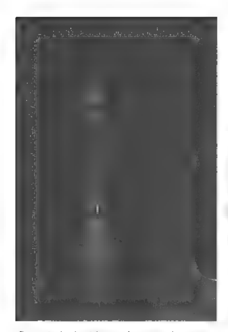
schon eine ernstzunehmende Summe dar, während der Windwiderstand den Rest der 400 Watt Radlerpower frißt.

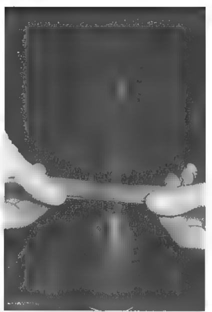
Tuning der Vorderradnabe

Trotzdem sollte man auch hier nichts verschenken. Greifen wir daher noch einmal die extrem leichtgängigen Campa-Naben auf. Die Italiener verwenden nur Kugeln erster Güteklassen. Zudem polieren sie die Laufbahnen. Bei dieser hochwertigen Oberflächenbehandlung tritt ein interessanter Nebeneffekt auf: Die Teile erfreuen sich einer längeren Lebensdauer. Vorausgesetzt, es dringt kein Schmutz in die Lagerung, der durch seine schmirgelnde Tätigkeit das Lagerleben drastisch verkürzen würde. Die Lagerungen deshalb bitte mindestens einmal jährlich demontieren, säubern und neu einfetten.
Und wo bleibt das Tuning? In geringem Maße kann man auch unzureichenden Oberflächen von Naben und Lagern der mittleren Preisklasse nachhelfen. Spannen Sie die Teile nach der Demontage in die Drehbank und arbeiten Sie die Laufbahnen mit 400er-Schmirgel nach. Bei den Nabenachsen reicht dazu bereits eine Bohrmaschine.

Beruhigt das Gefühl: leichtlaufende Achsen

Die Vorderachse läßt sich ohne schlechtes Gewissen gegen eine aus Duraluminium austauschen. Doch unbedingt auf das Gewinde achten: Während die Japaner 9 mm Durchmesser mit 1 mm Steigung pro Gewindegang verwenden, präsentiert sich das etwas feinere italienische Gewinde in 9 mm mit 26 Gewindegängen pro Zoll. Das





So wird ein Konuslager wie neu: Achse in Bohrmaschine spannen, Kugellaufbahn mit 400er Papier glätten

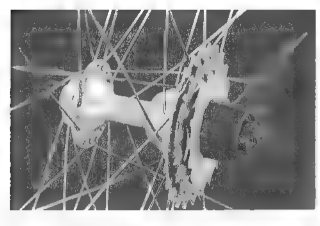
ist eine Steigung von nur 0,977 mm. Dieser geringfügige Unterschied fällt zwar bei den Kontermuttern kaum auf, aber die Konen klemmen beim Aufdrehen nach sechs bis zehn Gewindegängen. Entweder man verwöhnt die Achse mit viel Fett und dreht die Konen im Pilgerschritt-Verfahren weiter (immer eine Umdrehung vor - eine halbe zurück), oder man läßt sich die Achse aus unserem Lieblings-Alu (Al Zn Mg Cu 1,5) mit entsprechender Steigung anfertigen.

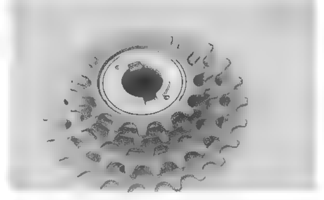
Achsentricks für's Hinterrad

Was das Hinterrad anbelangt, ist das Bruchrisiko zu hoch, wenn die Stahlachse durch eine aus Alu ersetzt wird. Und zwar deshalb, weil die Biegelänge vom Konus

zum Ausfallende durch die immer breiter werdenden Zahnkranzpakete zu gewaltig geworden ist. Nicht so bei der Kassettennabe. Radler bis 65 kg Körpergewicht können sich daher bei Kassettennaben ohne weiteres eine Alu-Achse leisten. Wer dagegen über noch mehr Erdenschwere verfügt, sollte es mit einer Titan-Achse versuchen und diese sicherheitshalber im Zwei-Jahres-Turnus auswechseln.

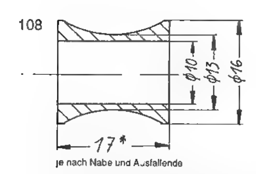
Auf die Hügi-Kassettennabe paßt alles, Hyperglide, Uniglide und die Hügi-Aluritzel





Noch mehr Gewicht spart eine normale Nabe ein, wenn ein Alu-Freilaufpaket angeschraubt wird. Hier der Maillard-Kranz

Wo ist bei den Naben noch mehr Gewicht zu schinden? Ich schlage vor, bei den Kontermuttern sowie den Distanzstücken der Hinterradachse. Die Kontermuttern sollten den Schneidringen zuliebe (sicherer Sitz in den Ausfallenden) zwar auch künftig aus Stahl bestehen, können aber relativ schmal ausfallen. Die Distanzstücke lassen sich aus Alu nachbauen und dürfen in der Mitte ruhig auf 13 mm eingezogen werden. In Bezug auf die Achsen-Konterung dürfen wir bei allem jedoch nicht vergessen, daß die Schnellspanner das nunmehr elastischere Achsmaterial noch enger zusammendrücken. Deshalb mit ein wenig Spiel kontern und im Anschluß daran die sogenannte Pendelprobe machen.

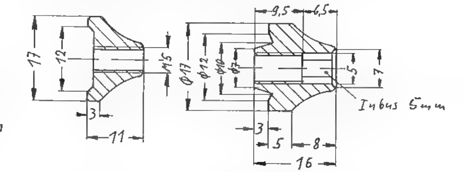


Ein Dural-Distanzstück und eine schmale Gegenmutter sparen bis zu 12 Gramm am Hinterrad ein

Die selbstgemachte Gegenmutter für die Spannachse wiegt keine 2 Gramm; manche Originalteile haben stolze 20 Gramm

Pendelprobe

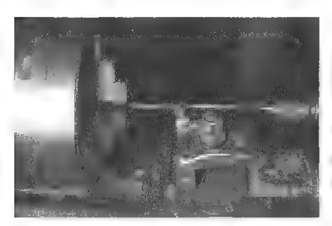
Das Laufrad lose in den Rahmen stecken (beim Hinterrad die Kette nicht auflegen), das Rad ein bißchen anstoßen und pendeln lassen. Jetzt den Schnellspanner umlegen. Das Laufrad soll weiterpendeln, nur das Lagerspiel muß verschwinden. Stellt das Laufrad seine Pendelbewegung beim Umlegen des Schnellspanners abrupt ein, wurde zu stramm gekontert. Wenn dem so ist, die Konterung wieder lösen und etwas Spiel zugeben. Ein zweites Mal probieren. Dieser Vorgang ist für die Lebensspanne der Nabenlagerung vor großer Bedeutung. Sowohl zu stramm als auch zu locker gekonterte Lager sind viel schneller dem Verschleiß ausgesetzt.



Was tun mit den Schnellspannern?

Die Schnellspannachsen zählen zu den Schwergewichtlern. Hinzukommt, daß sie allesamt an folgendem Konstruktionsmangel leiden: In der Mitte haben sie 5 mm Durchmesser, an den Enden wird ein M5-Gewinde auf die Achsen geschnitten oder gerollt. Weil dann der Kernquerschnitt aber nur noch 4 mm beträgt, kommt es zu

ungünstigen Spannungsverhältnissen: Beim "Anknallen" des Schnellspanners verharrt das 5 mm-Mittelteil in einem relativ starren Zustand, während sich das Gewindeteil um mindestens ein Drittel dehnt und bisweilen sogar abreißt! Nur die Modelle von Mavic und Maillard sind anders konstruiert. Aber keine Bange, hier gibt es Abhilfe. Dünnt man das Mittelteil auf 4,5 oder besser noch auf 4 mm aus, so dehnt sich die Schnellspannachse gleichmäßig über ihre ganze Länge und kann infolgedessen nicht mehr reißen. Ihr elastischer Dehnbereich ist nun nämlich größer als der Anzugsweg des Schnellspann-Exzenterhebels. Sie haben es sofort erkannt: Wir haben die Schnellspanner-Achse zu einer Dehnschraube gemacht.
Das Drehen derart langer und dünner Drehteile ist jedoch eine diffizile Arbeit, weshalb (in der Bildreihe demonstriert) nur schrittweise abgedreht, anschließend übergefeilt und geschmirgelt wird. Dies entspricht wohl nicht ganz den üblichen Gepflogenheiten der Dreher, läßt sich aber einfach nachvollziehen. Hierbei verliert die Achse übrigens schon ein gutes Drittel ihres Gewichtes. Gesetzt den Fall, daß die Kontermuttern auf der Hinterradachse noch über ausreichend scharfe Schneidringe oder Zacken verfügen, kann man die Gegenmutter der Spannachse durchaus aus Aluminium gestalten. Eine formschöne und haltbare Ausführung sehen Sie in der Abbildung.
Leichter als ein Schnellspannhebel ist der sogenannte Quick-Release, der weiterhin den Exzenter aufweist, aber mit einem 5 mm-Inbusschlüssel bedient wird. Nehmen Sie den und lassen dann auch noch den Exzenterkopfhalter abmagern (siehe Bild), kommen auf ein Gewicht von 35 bis 40 Gramm und haben Ihren Schnellspanner um mehr als die Hälfte seines Gewichts gebracht.



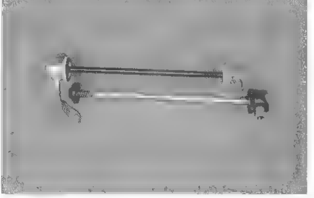
1 Die Spannachse wird im Gewindeteil angesenkt und dann mit der Reitstockspitze zentriert. Danach erfolgt abschnittsweise das Abdrehen auf 4 mm Durchmesser



2 Zum Schluß werden Übergänge und Unebenheiten bei laufender Drehbank glattgefeilt und übergeschmirgelt



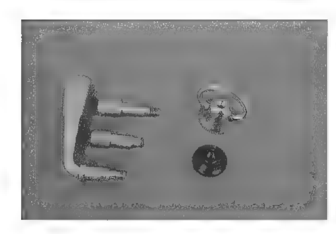
3 Der Exzenterkopf wird nur da belastet, wo er am Ausfallende anliegt. Daher kann er außen befeilt werden



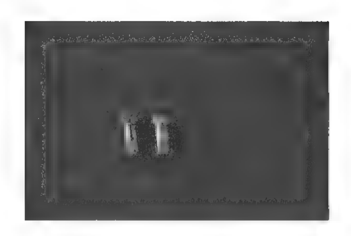
4 Von 92 auf 42 Gramm gebracht, die befeilten Teile schwarzlackiert - so präsentiert sich der Schnellspanner in neuer Optik

Noch simpler ist die Diätkur beim Vorderrad-Schnellspanner. Man läßt den Exzenter vollkommen beiseite und setzt die Spannachse als Stehbolzen mit einer Inbusgegenmutter ein. Das Bild verdeutlicht das.

Nunmehr ist das ursprüngliche Gewicht von 80-90 Gramm auf ein Minimum abgewirtschaftet. Mit einer solchen Stehbolzenausführung, die ganze 12 Gramm wog, habe ich mit dem Mountain Bike eine vierzehntägige Griechenlandreise unternommen. Die Route führte vorwiegend über Naturstraßen. Der Stehbolzen machte alles mit: null Problemo. Auch das Vorderrad lockerte sich nicht.



5 Statt der gewöhnlichen Exzenterhebel kann man Quick-Release-Exzenter mit Inbus einbauen und hat gleich eine Art Diebstahlsicherung für die Laufräder. Selbst dieser Exzenter läßt sich noch kürzen und mit Sprengring-Nut versehen. Das ist eleganter als die Verschraubung mit einer M5-Mutter.
Rechts: Die 19 Gramm schwere Gegenmutter ersetzen wir durch eine aus Duraluminium, die nur 3 Gramm wiegt



Um 30 Gramm erleichtern Alu-Nippel (rechts im Bild) jedes Laufrad mit 36 Speichen. Doch nur die aus Duraluminium gefrästen Nippel (Brügelmann-Katalog) sind zu empfehlen

Alu-Nippel: Nur die besten dürfen ran

Den letzten Schliff kann man seinen Laufrädern mit Alu-Nippeln verpassen. Das spart knapp 30 Gramm genau dort, wo es am sinnvollsten ist: am Radumfang. Doch Vorsicht, allein die gefrästen Exemplare aus Duraluminium, wie sie unter anderem Brügelmann liefert, sind "wirklich haltbar". Bei weicheren Ausführungen drehen sich die Nippel über. Unterwegs kann das peinlich werden.
Alu-Nippel sind den Widrigkeiten des Wetters ungeschützt ausgesetzt und sollten daher gewachst werden. Sonst bereitet die schon beschriebene Korrosion dieser Tuning-Unternehmung eventuell ein ruhmloses Ende.

SCHRAUBEN

Jetzt kommen wir zu Glaubensfragen und Gewissensentscheidungen: Tendiere ich mehr zu Alu-Schrauben, kommt es mir in erster Linie auf das Gewicht an? Oder verfalle ich den optischen Reizen des Titans? Probieren Sie einfach beides aus...

Der Trick mit dem Inbus

Weil es nicht mal dem hartgesottensten Technikfreak einfiele, auf jede Schraube einen Sechskantkopf zu feilen (und den passenden Schlüssel auch gleich mitzuschmieden), ist nur eine Schraubenform diskutabel: der elegante Innensechskant, auch Inbusschraube genannt.

Ich höre schon die Frage: "Wie, bitte schön, krieg ich bloß das sechseckige Loch hinein?" Sie werden überrascht sein, wie glatt die Sache sich erledigen läßt: Der Innensechskant wird schlicht und einfach in ein vorgebohrtes Loch hineingeschlagen. Bei Alu-Schrauben reicht als Treiber bereits ein abgeschliffener Inbusschlüssel, da dessen Material härter als Aluminium ist. Bei Titan wird's zwar noch schwieriger, mit mehrmaligem Anschleifen des Treibers ist es jedoch gerade noch zu bewältigen. Ein etwas größer gebohrtes Loch erleichtert die Angelegenheit, also 5,2 mm für den 5 mm-Inbus.

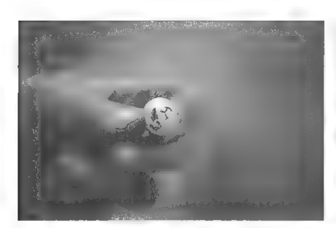
Dafür muß er eine Idee tiefer eingeschlagen werden. Das eigentliche Problem offenbart sich erst später, wenn der Treiber wieder aus den Schraubenkopf heraus soll - er klemmt nämlich fest wie die Erbse im Nasenloch. Doch lassen wir uns davon nicht entmutigen, sondern blicken in unsere Trickkiste. Das Schraubenteil inklusive dem darinsteckenden Treiber legen Sie auf einen Amboß oder die Amboßfläche eines Schraubstocks. Mit dem Hammer beklopfen Sie den Treiber ringsum. Dadurch weitet sich der Innensechskant etwas und gibt den Treiber frei.

Ausreichend Material ist Voraussetzung, wenn Sie den Rohling zum Einschlagen des Innensechskants in den Schraubstock einspannen. Daher empfiehlt es sich, die Schraube in folgenden Arbeitsschritten herzustellen:

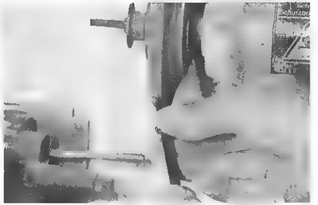
1. Bohrung in den späteren Schraubenkopf setzen
2. Innensechskant eintreiben, Treiber lockern
3. Schraube auf die gewünschte Länge absägen
4. Schraube mit späteren Kopf in die Drehbank spannen und auf Gewindedurchmesser drehen
5. Gewinde aufschneiden
6. Schraubenkopf leicht überdrehen, Innensechskant ansenken, damit er nicht irgendwann aufplatzt
7. Schraubenkopf eventuell noch polieren

Einzelne, kleinere Kniffe, diesen Vorgang rasch und schonend für Schraube und Hände zu gestalten, werden noch in den Bildunterschriften preisgegeben.

So kommt das Sechskantloch in die Schraube - *Anleitungen*



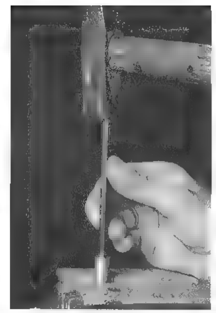
1 Zur Kurbelbefestigung taugt die Aluschraube, weil sie weiche Übergänge vom Kopf zum Schaft besitzt und die Inbus-Einstecklänge ausreicht



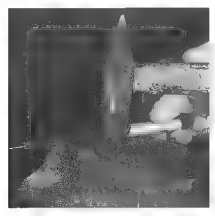
2 Zum Einschlagen des Innensechskantes in Duraluminium reicht ein abgeschliffener Inbusschlüssel, der an der Kante eines kleinen Schleifsteines innen leicht hohl geschliffen wird



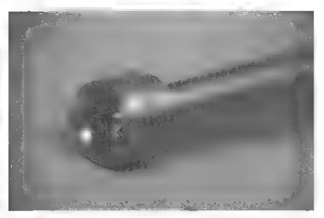
3 Vor dem Einschlagen den Schraubenkopf auf das Inbusmaß ausbohren: bei 4er Inbus 4 mm; bei 5er Inbus 5mm und so fort. Wichtig, damit der Innensechskant symmetrisch wird (und nicht aufplatzt), ist das Anfasen (Ansenken) der Bohrung



4 Möglichst gerade den oben gefertigten Treiber einschlagen



5 Den klemmenden Treiber befreit man durch Beklopfen auf einem Amboß



6 Das Mittelteil der Schraube läßt sich auf Kerndurchmesser abdrehen, ohne ohne Festigkeit einzubüßen

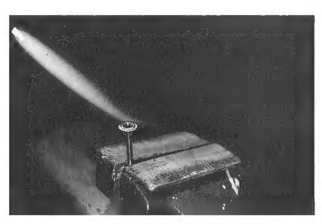


7 *Der selbstgefertigte Innensechskant*

Faszinierende Farben: Titan-Schrauben

Die Krönung eines Tuning-Boliden sind wohl blaugefärbte Titanschrauben. Keine Angst, Pinsel und Farben werden hier nicht gebraucht. Die Farbe steckt sozusagen schon im Material. Titan verbindet sich mit dem Luftsauerstoff zu Titanoxid. Das geschieht bereits bei Raumtemperatur und bildet eine hauchdünne Schicht rund um das Metall. Jene Oxidschicht dient übrigens auch als Schutzmantels gegen widrige Einflüsse, wodurch Titan zu einem extrem korrosionsfesten Metall avanciert. Nur einen Haken gibt es: Die Oxidschicht ist, wie gesagt, außerordentlich dünn und wächst selbst in großen Zeitsprüngen nur unwesentlich. Bei höheren Temperaturen verhält sich die Sache ganz anders: Das Titan scheint jetzt geradezu begierig auf eine Sauerstoffverbindung zu sein. Je weiter die Temperatur nach oben klettert und je länger die Erwärmzeit andauert, desto dicker wird die ursprünglich glasige Oxidschicht.

Wird das Metall vorher poliert, kann es mit einer Flamme (oder vorsichtig mittels Schweißbrenner) auf Temperatur gebracht werden. Dabei kristallisieren sich die sogenannten Anlauffarben - von Braun über Purpur zum Stahlblau, weiter ins Flaschengrüne und zuletzt ins Zitronengelb - heraus. Was wir hier als Farbe wahrnehmen, ist in Wirklichkeit die sogenannte Interferenz des Lichtes. Ein physikalischer Effekt, der unter anderem auch bei Ölfilmen auf dem Wasser zu beobachten ist und uns dort schillernde Farben vorgaukelt.
Die Modeschmuck-Industrie verfährt genauso: Polieren der Titanoberflächen und gezieltes Erwärmen. Je nach dem, wie lange das Erwärmen dauert, folgen auf das Zitronengelb wieder die oben genannten Farben, aber nicht mehr in der eindrucksvollen Brillanz wie zuvor. Und - die Oxidschicht hat sich mittlerweile verdoppelt. Glüht man das Metall sogar, wird die Oxidschicht dicker und dicker und verwandelt sich im Laufe der Zeit in ein schmuddeliges Graugelb.



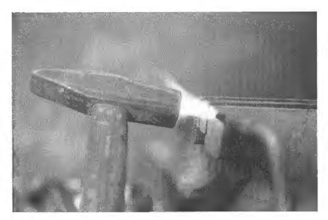
Thermische Veredelung von Titan-Schrauben: Wenn die polierte und peinlichst gesäuberte Oberfläche der Schraube erwärmt wird, zeigen sich brillante Anlauffarben, die von Purpur über Stahlblau und Flaschengrün bis ins Zitronengelb reichen

Stellt sich farbenmäßig nicht gleich beim ersten Anlauf der ersehnte Erfolg ein, ist das kein Anlaß, den Brenner ins Korn zu werfen: die Schicht lediglich mit 400er-Schmirgel abschmirgeln, erneut polieren und sein Glück ein weiteres Mal versuchen. Wer einmal in den Genuß kommt, die Oxidschicht abzupolieren, wird schnell ein Lied davon singen, wie hart und widerstandsfähig sie ist. Weil es sich hier nicht um echte Farbe handelt, sondern um einen Absorbierungs- und Verstärkungseffekt des Lichtes, ist man gezwungen, die Oberfläche stets sauber zu halten. Fett und Öl verändern die Farbe und nehmen dem so behandelten Titan den Zauberglanz.
Zu einer wahren Glanzorgie führt Rein-Titan. Doch auf keinen Fall das weiche Material hernehmen, sondern eine der Sorten verwenden, welche durch kontinuierliche Sauerstoffanreicherung schon 500, besser noch 600 N/mm^2 Zugfestigkeit vorweisen.

Das Stauchen des Schraubenkopfes

Titan ist eine kostspielige Sache (der Kilopreis liegt zwischen DM 100,- und DM 200,-). Daher heißt es, sparsam damit umgehen. Wollen Sie zum Beispiel eine M 6-Schraube herstellen, nutzen Sie die gute Schmiedbarkeit des Metalles. Sie benötigen nämlich nur ein 6mm-Rundmaterial. Lassen Sie die Lötlampe oder den Schweißbrenner losfauchen, erwärmen Sie das Titan - und stauchen den Schraubenkopf einfach auf. Anders herum läßt sich selbstverständlich auch ein 10 mm-Rundmaterial strecken. Man muß hierzu nur das Gewindestück auf 8 oder 7mm herunterschmieden.

Unerläßlich ist dabei jedoch, daß die beim Erwärmen entstandene Oxidschicht im Nachhinein wieder abgedreht wird. Da die Schicht bekanntlich extrem hart ist, benötigen Sie deshalb Hartmetall-Drehstäbe und Hartmetall-Geduld.





Um Material zu sparen, kann man den Schraubenkopf aufschneiden, wenn das Titan mit einer Schweißflamme erwärmt wird



Soviel können selbst hergestellte Schrauben halten: Diese Mark II Schaltung von Suntour geriet in die Speichen. Die ganz durchbohrte Aluschraube hielt - aber das Ausfallende brach vom Rahmen ab

Schneller, schöner, leichter
In der Werkstatt von Christian Smolik, Deutschlands bekanntestem Fahrradtechniker, entstehen die elegantesten Schaltungen und präzisesten Bremsen. Hier seine Anleitungen, um das Rad individuell zu gestalten und seine Funktion zu perfektionieren.

ISBN 3-922843-51-4